

CARACTERISTICAS DE PRODUCCION Y REPRODUCCION DE UN HATO
LECHERO EN LA ZONA HUMEDA DE COSTA RICA.

Tesis de Grado Magister Scientiae

Aldo T. Negrón Aramburú



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Setiembre, 1974

CARACTERISTICAS DE PRODUCCION Y REPRODUCCION
DE UN HATO LECHERO EN LA ZONA HUMEDA DE COSTA RICA

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

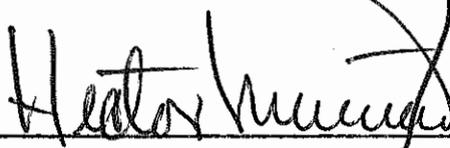
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



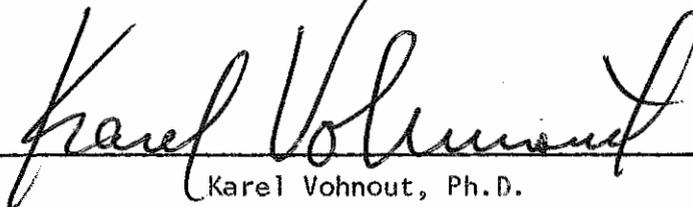
Consejero

Oliver W. Deaton, Ph.D.



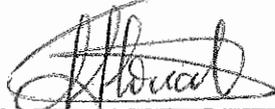
Comité

Héctor Muñoz, Ph.D.



Comité

Karel Vohnout, Ph.D.



Comité

Jorge Soria, Ph.D.

Setiembre, 1974

DEDICATORIA

A Adelaida, mi esposa

Silvia y Veruzka, mis hijas

A mi madre

A mis hermanos

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos:

Al Dr. Oliver W. Deaton, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo y por sus enseñanzas impartidas durante su permanencia en Turrialba.

Al Dr. Héctor Muñoz, por sus sugerencias y orientación en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Karel Vohnout y Dr. Jorge Soria, por sus acertadas críticas.

A los propietarios y personal trabajador de la Hacienda La Marina, por haber permitido utilizar los datos de producción y reproducción del hato lechero, material motivo del presente trabajo.

Al Ing. Manuel Elgueta, al Gobierno de Holanda y a la OEA, por haber proporcionado la ayuda necesaria para culminar mis estudios de postgrado.

Al Sr. Manuel Zamora y miembros de la Unidad de Estadística y Cómputo del IICA, por las facilidades prestadas.

A todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo de tesis.

BIOGRAFIA

El autor nació en Colquemarca, Cuzco, Perú. Realizó sus estudios primarios en su pueblo natal y los secundarios en el Colegio Nacional de Ciencias, en Cuzco y en el Colegio Militar Francisco Bolognesi de la ciudad de Arequipa.

Sus estudios universitarios los realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, Perú, egresando en 1967 y graduándose en 1969. En 1967 ingresó como docente a la Universidad Nacional Técnica del altiplano en Puno, Perú. Actualmente sigue en dicha institución como Profesor Asociado.

En setiembre de 1972 ingresó al CTEI del IICA de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgraduado en el Departamento de Ganadería Tropical, egresando en setiembre de 1974.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Producción de leche	3
2.1.1 Factores no genéticos	3
2.1.2 Factores genéticos	5
2.2 Eficiencia reproductiva	6
2.3 Relación entre la eficiencia reproductiva y producción de leche	8
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Localización y fuente de los datos	10
3.2 Métodos de análisis estadístico	12
3.2.1 Producción de leche	12
3.2.2 Medidas de eficiencia reproductiva	16
3.2.3 Relación de medidas de eficiencia reproductiva y producción de leche	18
4. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1 Producción de leche	21
4.1.1 Índices de herencia para producción de leche (h^2)	29
4.1.2 Índices de constancia para producción de leche (R)	30
4.2 Comportamiento reproductivo	31
4.2.1 Edad al primer parto (EIP)	31
4.2.2 Período entre el parto a primer servicio (PIS)	34
4.2.3 Número de servicios por concepción (SC)	41
4.2.4 Período entre el primer servicio y concepción (ISC)	42
4.2.5 Intervalo entre partos (IEP)	44

	<u>Página</u>
4.3 Relación entre medidas reproductivas y entre la producción y reproducción	47
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	51
5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS	53
6. LITERATURA CITADA	55
7. APENDICE	59

LISTA DE CUADROS

TEXTO		
<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Algunas medidas de producción de leche y eficiencia reproductiva, según varios autores	4
2	Análisis de variancia y componentes de variancia para estimar índices de herencia de producción de leche	14
3	Análisis de variancia y componentes de variancia para estimar índices de constancia de producción de leche	15
4	Producciones de leche de acuerdo con el año de parto	21
5	Producciones de leche de acuerdo con el mes de parto	24
6	Resumen de producciones de leche de los grupos raciales	24
7	Producción de leche de acuerdo con los padres usados	26
8	Producciones de leche del hato	28
9	Análisis de variancia de la producción de leche en todas las lactancias	28
10	Componentes de variancia e índices de herencia (h^2), de producción de leche	29
11	Análisis de variancia y componentes de variancia e índices de constancias (R) en producción de leche	31
12	Edad al primer parto (EIP)	32
13	Edad al primer parto (EIP)	33
14	Análisis de variancia para edades al primer parto	34

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
15	Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por años	36
16	Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por meses	37
17	Medidas de eficiencia reproductiva, por grupo racial	38
18	Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por edad al parto de las vacas	39
19	Análisis de variancia para el período entre el parto a primer servicio	40
20	Análisis de variancia para el número de servicios por concepción	42
21	Análisis de variancia para el período entre el primer servicio y concepción	44
22	Análisis de variancia para el intervalo entre partos	46
23	Matriz de correlaciones entre diferentes características de eficiencia reproductiva, para todo el hato	48
 APENDICE		
1	Nombre y número de registro de los toros utilizados como padres	60
2	Producciones de leche de acuerdo con los grupos raciales	61
3	Análisis de componentes de variancia e índices de herencia (h^2), de producciones de leche en base a primeras lactancias por grupos raciales y en general	62
4	Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por grupos raciales	63
5	Producción de leche de todas las lactancias de acuerdo con la edad de las vacas	64
6	Análisis de componentes de variancia e índices de constancias (R) en producciones reales de leche, por grupos raciales y en general	65

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
1	Producciones de leche por lactancia	27
2	Valores de los efectos directos y de los efectos indirectos entre medidas de eficiencia reproductiva	48

1. INTRODUCCION

En la crianza de ganado lechero se debe prestar atención a los múltiples factores que influyen su producción y reproducción. Estos son de naturaleza ambiental y genético.

En las zonas tropicales, las explotaciones de ganado lechero tienen rendimiento bajos tanto en el aspecto reproductivo como productivo, comparados con los rendimientos obtenidos con los animales explotados en las zonas templadas. Esto ha dado origen a una serie de estudios con el fin de encontrar las razas que mejor se adapten a las regiones tropicales.

El estudio del comportamiento productivo y reproductivo del ganado lechero en el trópico es importante para poder adoptar prácticas que mejoren sus rendimientos, debido a que los efectos ambientales afectan a estas características, tanto en los animales nativos como en los importados y sus cruces. Sin embargo, la falta de registros en la mayoría de las fincas ganaderas, hace imposible su estudio a nivel general. Como existe interés en la explotación de leche en estas zonas, se están aprovechando los datos de producción y reproducción de las fincas que tienen registros para realizar estos estudios, tendientes a la elección de técnicas a nivel del finquero, de manera que puedan corregir sus prácticas de manejo que tienen mayor influencia sobre la productividad de la finca.

Esta información de diagnóstico es muy útil en la planificación de programas de investigación y fomento ganadero, con el fin de alcanzar una mayor producción de leche para aliviar las necesidades proteicas de la población humana.

En el presente estudio se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1. Estimar y cuantificar algunas influencias ambientales y genéticas en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva en vacas lecheras de zona tropical húmedo.
2. Señalar los criterios, para una mejor selección y manejo del ganado lechero.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Producción de leche

La producción de leche, por ser una característica cuantitativa está bajo la influencia de los factores ambientales y genéticos, siendo importante conocer cada uno de estos aspectos para alcanzar la máxima explicación de la producción, con el objeto de desarrollar programas de manejo y mejoramiento.

De los numerosos trabajos consultados donde se ha estudiado la producción de leche (Cuadro 1), se puede notar que hay una gran variabilidad de producciones que son el resultado de la influencia de diferentes factores ambientales y genéticos.

2.1.1 Factores no genéticos

Entre los factores ambientales que tienen influencia sobre la producción de leche, la edad de los animales al parto es uno de los que muestra mayor variación; varios estudios (14, 17, 19, 22, 27, 28, 44) demuestran el efecto de la edad al parto sobre la producción subsiguiente. También se ha encontrado que la edad óptima al primer parto para la máxima producción de por vida fue 26 - 30 meses, así una baja de un mes desde el promedio (38 m) incrementó la producción total de leche por 150, 161 y 205 kg para 6, 8 y 10 años, respectivamente. La máxima producción por lactancia se alcanzó en la tercera lactancia y se presentaron aumentos típicos notables hasta esta edad y después una disminución paulatina en vacas viejas (17).

En algunas regiones y bajo determinadas condiciones pueden tener

Cuadro 1. Algunas medidas de producción de leche y eficiencia reproductiva, según varios autores.

Referencia	Localización	Raza ^{a/}	N° de observ.	Producción de leche (kg)		Lactación (días)	h ²		Repetibilidad	Edad al 1er Parto (d)	Servicios x Concepción	IEP
				1a Lact.	Otras Lact.		1a Lact.	Otras				
1	Dinamarca	RD	595				0,17	0,15				
4	Checoslovaquia	SP	27-45	3100-3033	3565-4112					915-918		
5	Checoslovaquia	SP	1270	2818	4337	270						
6	Beltsville	G	3202					0,18	0,47			389-397
7	India	BSxS.RS		2979	2874	305				927		395
8	India	RSdxS		2009	2040	305				1147		462
9	Venezuela	BS	1046	2599	3013	339	0,29	0,07	0,32		2,18	428
10	Kentucky	J	225	1865		120					1,59	
		H	208			120					1,76	
		G	86	1954		120					1,71	
12	Costa Rica	C	337								1,58	387
		J	129								1,55	384
		1/2 B S	123								1,63	414
13	Zurich	H	251	4022						762		
		SI	261710	3284						1006		
15	California	H	10907	2771		120	0,09				1,84	387
		G	10537	2023		120	0,18				2,02	392
16	Yugoslavia	BH	166		2658-3512	233-254						
17	India	S	398	2236	2466		0,358	0,072	0,37	1161		
18	India	H	382		1495	269				1250		378-491
19	Africa	J			1920-2706					732		402
		H								1037		416
		B-I			911-1294							
		B-IxB-T			1539-1869							
		I x Af			1274-1439							
20	Bulgaria	BR	2397	3122-3603	3744-4386	300				924-1017		382-420
21	India	Ha								1589		479
	India	D								1412		418
	Colombia	BON				73				1241		382
	Colombia	CCC				157				1204		396
22	Costa Rica	C	480		1784			0,158		975		
		J	201		2266					995		
23	Venezuela	C	341	1834	2349	248		0,708	0,628	1082		
		BS	207	2683	2683	319		0,243	0,439	1078		
24	India	Ha	292							1347		
25	Costa Rica	G	321		2117		0,19-48	0,02-0,23			1,6	447
26	India	D	1405		412	264		0,64	0,49	1357		419
27	India	JxD			1337	305				900		335
		T	596		1892-2280							
31	Rumania	RS	58	3125		311				1023	2,35	
		RSxH	223	3390		312				808	1,84	
32	Guatemala	H	319		4505		0,26	0,21	0,44	824	3,00	472
33	N. Carolina	H	2614									397-422
34		RSd	260								1,88-1,33	
35		T			1207	279				1499		408
36	U.A.R.		669				0,46-0,61	6,65				
37	India	T	742	2167			0,25			1165	2,10	
39	India	B						0,55		982	1,7	413
41	India	S	435		2619							
42		GR	1627								1,44-1,76	
43	Rusia	RS	183	2626	3509					946		
44	India	Ha	296	867	900	300						
45	Costa Rica	C	585							(783)	1,7	387
		J								(653)	2,2	377
		C-J								(671)	1,7	373
		3/4 C-J								(725)	1,8	368
		1/4 J-C								(644)	1,4	346
		1/2 A								(595)	1,7	
		V								(702)	1,5	346
47	India	O	231							1125		
48	India	HxS										
		1/8	1742	1742	1959	288				1279		422
		1/4	1862	1862	1914	298				1373		413
		1/2	2036	2036	2307	204				1149		380
		5/8	2498	2498	2789	248				1117		400
		3/4	2355	2355	2807	284				1122		410

^{a/} A = Ayrshire, Af = African, B = Boran, B-I = Bos indicus, BH = Brown Montana, BR = Bulgarian Red, BS = Brown Swiss (Pardo Sulzo), B-T = Bos taurus, BON = Blanco Oreja negra, C = Criollo, CCC = Castaño con Cuernos, D = Deshi, G = Guernsey, GR = Garbatov Red, H = Holstein Friesian, Ha = Marilana, I = Indian, J = Jersey, M = Murrah, O = Ongole, RD = Red Danés, RS = Red Simmental, RSd = Red Sindhi, S = Sahiwal, SI = Simmental, SP = Slovakian Pied, T = Tharpkar Kar, V = Varios

influencia significativa los efectos de estación o de los meses de parto (1, 6, 21, 27, 28, 32, 38, 41) sobre la producción de leche y en otros lugares bajo las mismas consideraciones, no se encontraron influencias en la producción debidas a efectos de estación o meses de parto (19, 22, 23, 25).

Diferentes autores (22, 25, 28, 32, 38, 44), que trabajaron con efecto de años, manifiestan haber encontrado diferencias significativas en las producciones de leche, los que son debidos a las fluctuaciones de los mismos, aunque hay quienes dicen que no hay efecto de años (19, 23).

2.1.2 Factores genéticos

En general, gran parte de los autores mencionados, en una u otra forma coinciden en manifestar, que entre los principales factores que afectan la producción de leche están: la localización del hato, año y mes de parto, manejo dado a los animales, edad de los animales al parto, y raza.

En la producción de leche, una proporción de la variación total existente se debe a las diferencias en los genotipos de los animales, cuya medida está dada por el índice de herencia o heredabilidad (h^2). Esta fracción de variación en la producción de leche ha sido bien estudiada, debido a que es una medida útil para los programas de mejoramiento ganadero. El valor promedio de este índice es del orden de 0,25; sin embargo, los valores encontrados en algunos trabajos (1, 6, 9, 14, 15, 22, 23, 25, 26, 32, 35, 36, 39) fluctúan entre 0,02 (25) a 0,71 (23). Además, los resultados observados muestran variaciones en estos valores debidos a hato, razas, edad, número de observaciones y método de estimación.

En relación de la producción de leche en las vacas en diferentes etapas de su vida productiva, está medida por el índice de constancia o repetibilidad (R). Se conoce que las características de producción varían en el transcurso de la vida productiva del animal. El conocimiento de este índice tiene utilidad para hacer decisiones de selección de animales en diferentes etapas o lactancias. El valor del índice de repetibilidad de la producción de leche, presentan un valor promedio de 0,40 (6, 9, 22, 23, 25, 26, 32), con variaciones entre 0,15 (36) a 0,628 (23).

2.2 Eficiencia reproductiva

En una explotación lechera, la valoración reproductiva se determina mediante su eficiencia, que a su vez puede evaluar las siguientes subcaracterísticas: número de servicios por concepción, intervalo entre partos, días desde el parto al primer servicio, días desde el primer servicio hasta la concepción (14). La edad al primer parto aunque no es precisamente una medida, afecta la eficiencia reproductiva de las vaquillas, por lo que es conveniente considerarla (45).

El manejo y la alimentación proporcionado a las vaquillas durante el período de su crecimiento, determina en gran parte la edad al primer parto. Sin embargo, varias investigaciones (2, 7, 8, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 31, 32, 35, 37, 39, 45, 47, 48) sobre edad al primer parto, manifiestan que hay otros factores que la afectan, entre las cuales se mencionan: la raza, clima, años de nacimiento y lugar. También algunos investigadores encontraron que las razas difieren notablemente especialmente entre las europeas y las zebuínas vs. los híbridos, los cuales alcanzan el primer parto más temprano que las zebuínas (8, 21, 31, 48).

El intervalo entre partos, es una medida de fertilidad, cuyo valor para las ganaderías comerciales tiene importancia, debido a que la explotación se hace antieconómica cuando se alargan excesivamente, debido a que intervalos largos significan el mantenimiento de animales de baja producción láctea y baja tasa reproductiva del animal. Los promedios de intervalo entre partos (Cuadro 1), varían desde 335 días hasta 491 días, habiéndose encontrado diferencias significativas entre estos valores mostrados en el Cuadro 1, debidos en su mayor parte a factores (no fisiológicos) como a períodos de servicio; éstos pueden alargarse por ausencia de celo o su detección, lapsos prolongados después del parto, por incremento del número de servicios por preñez, días entre el primer servicio y la concepción, el tipo de ordeño, mes o época de parto, edad del animal, factores de manejo y alimentación.

El período de gestación, que es un componente del intervalo entre partos y que presenta diferencias mínimas dentro razas, por esta razón no puede ser considerado como un factor que influya en el valor del intervalo entre partos.

El número de servicios por concepción, es un parámetro que indica la fertilidad de la hembra, cuando se eliminan o se reducen las fallas del operador al momento de la inseminación y cuando se usan toros fértiles (40). Las principales variaciones que muestra este parámetro son debidos a manejo y raza de los animales (10, 12, 15, 25, 31, 32, 34, 37, 39, 42, 45), con una variación desde 1,33 hasta 3,0 servicios por concepción.

Otra de las medidas que refleja fielmente la fertilidad de las

hembras, es el número de días comprendidos entre el parto y el primer servicio. Algunos estudios realizados en este campo (2, 15, 25, 29, 30, 32, 42, 45), muestran lapsos promedios que van desde 30 hasta 129 días y mencionan que la fertilidad óptima se consigue en los 50 a 60 días después del parto (30). Sen'Kow y Verod'ev (42) reportan 1627 vacas inseminadas en el primer celo después del parto a ≤ 30 , 31-45, 46-60, 61-90, ó ≥ 91 días después del parto, encontraron que la tasa de concepción en la primera inseminación fue: 50,0; 52,7; 58,5; 64,8; y 66,5 por ciento, respectivamente. La consideración de 60 días como el tiempo mínimo post-parto requerido para la involución del útero de la vaca y que estaría en condiciones fisiológicas adecuadas para el inicio de una nueva gestación, estaría pasando a ser un concepto clásico veterinario.

Los días desde el primer servicio a la concepción, es una medida que refleja la fertilidad de las hembras y algunas fallas en la concepción, pero que también son afectados por los factores de manejo y ambientales (14 y 40). Los resultados de trabajos al respecto (15, 25, 32, 45, 46), señalaron promedios desde 12 días hasta 93 días. Los parámetros de eficiencia reproductiva mencionados, muestran la capacidad reproductiva de las hembras, su variación es debida casi completamente a factores ambientales y de manejo, por tanto, el mejoramiento genético de la eficiencia reproductiva por métodos de selección es casi nula (12, 14, 25, 32, 33).

2.3 Relación entre la eficiencia reproductiva y producción de leche

Es de esperarse que se encuentre ciertas interrelaciones mutuas

entre la reproducción y la producción de leche por vida, sobre todo si la reproducción se considera como el estímulo primario de la lactancia (40). Algunos de los trabajos (1, 5, 6, 10, 15, 16, 20, 24, 25, 37, 47) mencionan la asociación ó no asociación de estas dos características, se ha encontrado que la producción de leche fue significativamente correlacionada con el intervalo entre partos (5), encontrándose relaciones significativas entre la eficiencia reproductiva y la producción por vida del animal; sin embargo, K'snedelchev (20) manifiesta no haber encontrado una correlación significativa entre estos dos parámetros; igualmente Morales (25) dice que las correlaciones entre eficiencia reproductiva y producción de leche son cerca de cero.

La edad al primer parto fue significativa y negativamente correlacionado con la producción de leche por vida (37) y eficiencia reproductiva, lo que indica una relación ventajosa, cuando se toman en consideración estos dos criterios, para buscar los animales que paran relativamente más jóvenes (47).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y fuente de los datos

Los datos utilizados en el presente estudio fueron obtenidos de los registros de producción de la hacienda "La Marina", ubicada en el distrito de la Palmera, cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela, Costa Rica. La Marina se encuentra aproximadamente a una altitud de 430 m.s.n.m., una temperatura media anual de 23°C y con una precipitación promedio anual de 4347 mn, con cierta uniformidad de lluvias durante todos los meses del año, aunque se nota una menor precipitación en los meses de enero a abril comparado con el resto de los meses.

En esta hacienda se inició la crianza de ganado con animales criollos que fueron cruzados con Brahman. Posteriormente se han ido introduciendo las razas Red Poll, Pardo Suizo, Guernsey, y Holstein y a partir de 1970 se han preocupado en formar un hato que es predominante de la raza Pardo Suizo. La inseminación de las vacas se realiza tanto con semen congelado importado como con semen extraído de sus propios reproductores y en forma de montas controladas a potrero abierto. Los animales se encuentran al pastoreo en potreros de pasto San Juan (Setaria sphacelata), Estrella Africana (Cynodon plectostachyus) Jaragua (Hiparrhenia rufa), Guinea (Panicum maximum) y Elefante (Pennisetum purpureum), con tendencia en los últimos años a ampliar más áreas para el cultivo del pasto San Juan. Los potreros son fertilizados periódicamente. Las vacas reciben una alimentación suplementaria de concentrados de acuerdo con su producción.

Las observaciones se hicieron en los grupos raciales de vacas:

Red Poll (P), 1/2 Red Poll (1/2 P), 3/4 Red Poll (3/4 P), 7/8 Red Poll (7/8 P), 15/16 Red Poll (15/16 P), Pardo Suizo (S), 1/2 Pardo Suizo (1/2 S), 3/4 Pardo Suizo (3/4 S), 7/8 Pardo Suizo (7/8 S), 15/16 Pardo Suizo (15/16 S), Holstein (H), 1/2 Holstein (1/2 H), 3/4 Holstein (3/4 H), 7/8 Holstein (7/8 H), 15/16 Holstein (15/16 H), Guernsey (G), 1/2 Guernsey (1/2 G), 3/4 Guernsey (3/4 G), 7/8 Guernsey (7/8 G), 15/16 Guernsey (15/16 G), Zebú (Z), 1/2 Zebú (1/2 Z), y desconocidos (D). El último grupo se trata de aquellos animales que no tuvieron identificación. Los grupos raciales se han clasificado solamente tomando en cuenta la raza paterna, excepto en el caso de las razas puras.

Los datos más recientes son más confiables y de mayor interés práctico. Para el estudio se escogieron los datos de las vacas con lactaciones completas, existentes desde octubre de 1967 a enero de 1973. Los datos de 1967 y 1973 sólo incluyen pocas vacas del hato. Se recolectaron datos de 795 vacas, las cuales produjeron 339 primeras lactancias y 1882 lactancias totales.

Para los datos de reproducción se tomó toda la información existente desde 1961 hasta 1974, con un total de 880 vacas. Se obtuvo las siguientes informaciones:

367 edades al primer parto (EIP)

1118 intervalos entre partos (IEP)

1038 servicios por concepción (SC)

1204 períodos entre el parto a primer servicio (PIS)

921 períodos entre el primer servicio y concepción (ISC)

Por la poca cantidad de información que presentaron los datos

de los años 1962 hasta 1965 y 1974, se encuentran reunidos en el renglón de "otros".

3.2 Métodos de análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron codificados en tarjetas IBM para su análisis estadístico. Se calcularon las medias y desviaciones estándares para producciones en la primera lactancia, lactancias en general, edad al primer parto e intervalo entre partos, número de servicios por preñez, período entre el parto a primer servicio, período entre el primer servicio y concepción.

3.2.1 Producción de leche

Para estimar los efectos de año de parto, mes de parto, raza, edad al parto, padres y la interacción de año por raza sobre la producción de leche en general (todas las lactancias), se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijklmn} = U + A_i + M_j + R_k + E_l + P_m (AR)_{ik} + E_{ijklmn}$$

donde:

- Y_{ijklmn} = Una observación n, del año i, del mes j,
de la raza k, de la edad e y del padre m
- U = Media general de todas las observaciones
- A_i = Efecto del año i

- M_j = Efecto del mes j
- R_k = Efecto de raza k
- E_l = Efecto de edad l
- P_m = Efecto de padre m
- $(AR)_{ik}$ = Efecto de la interacción año por raza
- E_{ijklmn} = Error, o sea, la desviación individual de la observación n por los efectos de U, A, M, R, E y P
(Factores no comprendidos en el modelo)

Para estimar los índices de herencia (h^2), se usaron registros de producciones reales de todas las lactancias. Los cálculos se hicieron dentro de grupos raciales y también para todo el hato; se utilizó el método de correlaciones intra-clase (agrupados por padre) con componentes de variancia, como aparece en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de variancia y componentes de variancia para estimar índices de herencia de producción de leche.

Fuentes de variación	G. L.	Esperanza de los cuadrados medios
Entre Padres	$p - 1$	$\sigma_v^2 + K_1 \sigma_p^2$
Entre vacas/Padres	$n - p$	σ_v^2

p = número de padres (toros)

n = número de observaciones totales

K_1 = constante determinada por el número de hijas por toro

σ_v^2 = variancia de vacas

σ_p^2 = variancia de padres

El coeficiente de componente de variancia de padres se estimó teniendo en cuenta el número desigual de observaciones en la subclase. Los componentes de variancia fueron cuantificados por ecuaciones simultáneas a fin de expresar la cantidad de variación que corresponde a cada fuente en relación a los componentes de variación totales. La fórmula que se utilizó para

calcular el índice de herencia fue el siguiente:

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

Para la estimación de índices de constancia (R) de la producción de leche, se usaron vacas que tuvieron dos o más lactancias. Se estimaron índices de constancia para cada grupo racial y para todo el hato. Los cálculos se hicieron siguiendo el mismo procedimiento que para índices de herencia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de variancia y componentes de variancia para estimar índices de constancia de producción de leche.

Fuentes de variación	G. L.	Esperanza de los cuadrados medios
Entre vacas	v - 1	$\sigma_l^2 + K_1 \sigma_v^2$
Lactancias/Vacas	n - v	σ_l^2

v = número de vacas

n = número de observaciones totales

K_1 = constante determinada por el número de lactancias por vaca

σ_l^2 = variancia de lactancias dentro vacas

σ_v^2 = variancia entre vacas

El cálculo de coeficientes del componente de variancia de vacas, así como los componentes de variancia, se estimaron siguiendo el mismo procedimiento que para el índice de herencia. La fórmula para estimar el índice

de constancia fue el siguiente:

$$R = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_1^2 + \sigma_v^2}$$

3.2.2 Medidas de eficiencia reproductiva

Los parámetros de reproducción estimados fueron: edad al primer parto, intervalo entre partos, número de servicios por concepción, período entre el parto a primer servicio, período entre el primer servicio a concepción.

Para estudiar efectos de año de parto, mes de parto, raza, padre e interacción de año por raza sobre edad al primer parto, se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = U + A_i + M_j + R_k + P_1 + (RA)_{jk} + E_{ijklm}$$

donde:

- Y_{ijklm} = Una observación m, del año i, mes j, raza k, padre e
- U = Media general de todas las observaciones
- A_i = Efecto de año i
- M_j = Efecto de mes j
- R_k = Efecto de raza k
- P_1 = Efecto de padre 1
- $(RA)_{ij}$ = Efecto de la interacción año por raza
- E_{ijklm} = Error o desviación particular de la observación m por los efectos de U, A, M, R y P (factores no comprendidos en el modelo)

Para estudiar el intervalo entre partos (IEP), número de servicios por concepción (SC), período entre el parto a primer servicio (PIS), y el período entre el primer servicio y concepción (ISC), los grupos raciales de las vacas fueron agrupadas en la forma ya descrita. La edad de los animales fue calculada por diferencia entre la fecha del parto menos la fecha de nacimiento.

El intervalo entre partos se calculó por diferencia entre la fecha del último parto menos la fecha del parto inmediato anterior.

El número de servicios por concepción se cuantificó de la siguiente manera. Para las vacas que tuvieron toda la información entre un parto y otro, lo único que se hizo es contar las veces que se inseminó a dicha vaca. Para aquellos animales en que no se supo la fecha del servicio efectivo, y que posteriormente parieron, el número de servicios fue estimado como uno más que el número registrado. Esto fue necesario por la práctica de apartar las vacas que no concebían en sus dos primeras inseminaciones a potreros con toros.

Los días del período entre el parto a primer servicio se calcularon restando de la fecha del primer servicio, la fecha del parto inmediato anterior a este servicio, para todos los animales que tuvieron estos dos datos.

Los días del período entre el primer servicio y la concepción, se obtuvieron restando la fecha del servicio efectivo menos la fecha del primer servicio. En los casos en que tuvieron solamente la fecha del primer servicio, por ser éste el servicio efectivo, entonces varios intervalos resultaron cero.

En estas medidas se estimaron los efectos de años de parto (IEP, PIS) y año de primer servicio (SC, ISC), mes de parto (IEP, PIS), y mes de primer servicio (SC, ISC), grupos raciales de las vacas y edad de los animales, utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = U + A_i + M_j + R_k + E_l + (AR)_{ik} + (MR)_{jk} + E_{ijklm}$$

donde:

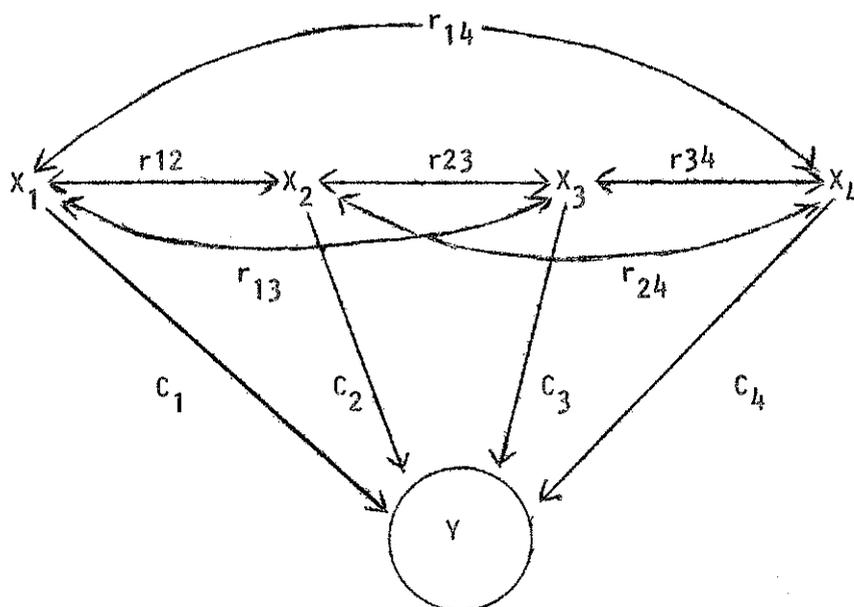
- Y_{ijklm} = Una observación m, del año i, mes j, de raza k y edad l
- U = Media general de todas las observaciones
- A_i = Efecto de año i
- M_j = Efecto de mes j
- R_k = Efecto de raza k
- E_l = Efecto de edad l
- $(AR)_{ik}$ = Efecto de la interacción de año por raza
- $(MR)_{jk}$ = Efecto de la interacción de mes por raza
- E_{ijklm} = Error, o sea, la desviación individual de la observación m por los efectos de U, A, M, P y E (Factores no comprendidos en el modelo)

3.2.3 Relación de medidas de eficiencia reproductiva y producción de leche

Las relaciones entre la producción de leche y edad al parto, se estimaron con un total de 1945 observaciones pareadas; entre la producción de leche e intervalo entre partos (IEP) con un total de 1206 observaciones; dentro de los grupos raciales que presentaron suficiente

número de observaciones y aquellos que no tuvieron suficiente número de observaciones, se agruparon de acuerdo con su respectivo origen racial y en forma general para todo el hato.

Se realizó un análisis de correlaciones múltiples para las medidas de eficiencia reproductiva, mediante el método de caminos críticos por una función de causa y efecto, para ver los efectos directos (caminos directos), así como los efectos indirectos de una variable a través de los demás, como se puede apreciar en el siguiente esquema:



- Donde:
- X_1 = Período del parto a primer servicio (PIS)
 - X_2 = Período del primer servicio a concepción (ISC)
 - X_3 = Servicios por concepción (SC)
 - X_4 = Largo de gestación (LG)

$r_{12}, r_{13} \dots r_{34}$ = Coeficientes de correlación entre dos efectos causales

c_1, c_2, c_3, c_4 = Efecto (camino) directo de una variable X sobre Y (Correlación parcial)

Y = Variable de respuesta (IEP)

Para el análisis de caminos críticos se contó con 316 observaciones relacionadas entre medidas de eficiencia reproductiva, para todo el rebaño.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Producción de leche

En el Cuadro 4, se presenta el promedio general de la producción de leche que fue de 2493 kg por lactancia. Este promedio se puede considerar como aceptable para las condiciones del trópico húmedo. Es conocido que los parásitos y enfermedades causan más problemas que en zonas más secas y de climas templados. Además, los pastos tropicales, por lo general, son relativamente bajos en valor nutritivo. Finalmente, algunas vacas son de raza y cruza no especializadas en producción de leche. Este nivel de producción puede ser económicamente rentable o no dependiente de los gastos y precios que no están incluidos en este estudio.

Cuadro 4. Producciones de leche de acuerdo con el año de parto.

Año	Nº observaciones	Media (kg)	Desviación estándar
1967	71	3098	1463
1968	283	2920	1638
1969	361	2493	1192
1970	435	2298	1014
1971	432	2327	1051
1972	298	1461	998
1973	2	3543	67
Total	1882	2493	1125

En general, la producción de leche de todo el hato se encuentra en una posición intermedia comparada con los resultados obtenidos en otros trabajos (Cuadro 1). Bodisco et al. (9), trabajando con ganado de la raza Pardo Suizo en Venezuela, encontraron resultados muy similares a los del presente estudio. Verma et al. (48), quienes trabajaron con varias cruzas entre Holstein y Sahiwal en la India, encontraron resultados similares al presente, pero solamente con los grupos 3/4 y 7/8 Holstein y fueron inferiores las producciones de los otros grupos raciales.

En el Cuadro 4 aparecen los promedios de producción de leche de todas las lactancias, distribuidos de acuerdo al año de parto. Estos resultados muestran una tendencia a disminuir la producción de leche desde 1967 a 1970 y luego se nota un incremento de 1971 a 1973. El análisis de variancia (Cuadro 9) reveló diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) en las producciones debidos al efecto de años de parto. En las producciones se nota que hay una relación inversa entre el número de lactancias y el promedio de producción. Esto probablemente está indicando que hubo menos selección en los años 1970 y 1971 y más problemas de manejo, mientras fue lo contrario en 1968 y 1972. Otros motivos para los cambios de producción en los últimos años pudo ser el aumento proporcional de encastamiento de los animales con Pardo Suizo y la expansión de pasto San Juan. De los resultados de las producciones encontradas en los años de parto, significa que es factible lograr producciones de leche superiores a 3000 kg (años 1967-1973). Los trabajos de investigación de efectos de año de parto sobre las producciones lácteas (22, 25, 28, 32, 44) indican que las diferencias de producción a través de los años son generalmente

más ambientales que genéticos.

En el Cuadro 5 se presentan los promedios de producción de leche de todas las lactancias distribuidas de acuerdo con los meses de parto. Las producciones en los diferentes meses, presentan una ligera tendencia a disminuir desde enero hasta setiembre y luego en octubre comienzan a incrementarse hasta diciembre. El análisis de variancia (Cuadro 9) demostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) en las producciones entre meses. Estos resultados no deben ser confundidos con producciones mensuales pues son promedios de producciones por lactancia identificadas con el mes en que se iniciaron. Como la mayor cantidad de la producción de una lactancia se da en sus primeros cuatro meses, se puede interpretar estos "promedios mensuales" como los efectos de meses de inicio y los próximos tres meses de lactación. Consecuentemente, los meses de julio a noviembre, que son los más lluviosos, son los menos favorables para la producción. Las investigaciones sobre el particular (1, 16, 27, 28, 38, 41) indican haber encontrado diferencias en las producciones lácteas por efecto de meses, atribuyendo a las peculiaridades del clima y del manejo en sus zonas de estudio.

El Cuadro 6 muestra las producciones de leche de acuerdo con los grupos raciales. Los grupos 1/2 S y H+ fueron los que presentaron mayores producciones ($P \leq 0,01$) que los otros grupos que fueron muy similares entre sí. Las comparaciones entre grupos raciales (Cuadro 2 del Apéndice), mostraron que el grupo 15/16 Holstein tuvo la mayor producción de leche ($P \leq 0,01$) y superó significativamente a los grupos 1/2 Red Poll, 7/8 Red Poll, 15/16 Red Poll, 7/8 Guernsey y a los Red Poll puros. Los grupos

Cuadro 5. Producciones de leche de acuerdo con el mes de parto.

Mes	Nº observaciones	Media (kg)	Desviación estándar
Enero	169	2694	1118
Febrero	169	2762	1188
Marzo	159	2637	1103
Abril	194	2483	968
Mayo	203	2320	1022
Junio	126	2416	1200
Julio	137	2359	1227
Agosto	132	2441	1091
Setiembre	113	2165	1116
Octubre	174	2389	1189
Noviembre	160	2488	1148
Diciembre	146	2663	1162
Total	1882	2493	2139

Cuadro 6. Resumen de producciones de leche de los grupos raciales.

Grupos raciales	Nº observaciones	Media (kg)
P P +	443	2320
1/2 P	240	2239
S +	121	2304
1/2 S	642	2740
H +	247	2668
G +	148	2296
Otros	41	2173
Total	1882	2493

+ = Incluye razas puras y cruces encastados

1/2 y 7/8 Holstein tuvieron mayores producciones que el grupo 7/8 Guernsey. El grupo 1/2 Pardo Suizo fue superior en producción que los grupos 1/2, 7/8, 15/16 Red Poll y 7/8 Guernsey. La superioridad de estos tres grupos raciales en producción se deben probablemente a que éstos son grupos pertenecientes a razas lecheras de mayor producción y de mayor tamaño. Se puede apreciar que los mejores grupos raciales en producción de leche fueron el 1/2 y 7/8 Holstein y los 1/2 Pardo Suizo, lo que estaría indicando que es factible aumentar la producción de leche en esta zona, orientando los cruzamientos hacia estos grupos raciales, que probablemente incluye manifestación del vigor híbrido. Es obvio encontrar diferencias en producción de leche debido a razas, pues el potencial genético y su adaptación al ambiente son diferentes (12, 14, 19, 22, 38, 48).

En el Cuadro 7 se presentan las producciones de leche de acuerdo con los toros padres. El análisis de variancia (Cuadro 9) demostró diferencias de las producciones ($P \leq 0,01$) debido a los padres sobre la producción de leche. Estos resultados muestran el efecto beneficioso de ciertos padres y permitirían, en el caso de que los toros estén vivos, el uso más intensivo de éstos como reproductores.

En la Figura 1 (Cuadro 5 del Apéndice) se muestran las producciones de leche de acuerdo con la edad de las vacas al parto (años). Los promedios de producción de las diferentes edades muestran una tendencia a incrementar las producciones desde los dos años hasta los cinco a seis años de edad ($P \leq 0,01$). Después de los 11 años sufren una caída vertiginosa. Es conocido que las vacas más jóvenes se encuentran en pleno desarrollo alcanzando su plenitud a los 5 años, manteniendo su producción casi constante hasta los 10 años (14, 40).

Cuadro 7. Producciones de leche de acuerdo con los padres usados^{a/}.

Número asignado a los padres	Nº observaciones	Media (kg)	Desviación estándar
17	18	1912	1238
18	579	2696	1133
26	30	2627	1452
27	20	2947	1342
28	30	2980	988
29	30	2828	1394
30	31	3068	928
32	57	2496	1258
36	19	2144	1108
37	13	1981	639
D	885	2323	1012
Total	1882	2493	1125

^{a/} Se considera en el cuadro solamente los padres que tuvieron más de 10 hijos

El Cuadro 8 presenta los promedios totales de las producciones de leche de la primera lactancia y de todas las lactancias. Se nota que hay una mínima diferencia entre ambos promedios. Esta similitud en los promedios de producción, es probablemente porque las vacas de primera lactancia llegan con una edad bastante avanzada al primer parto, además, se mantienen vacas viejas (Fig. 1) que no están produciendo tan alto como se podría esperar. La caída drástica en producción no es sólo envejecimiento, sino muchas veces representa acumulación de accidentes, mastitis, pérdidas de tetas y consecuentemente, está confundido con la selección. De acuerdo

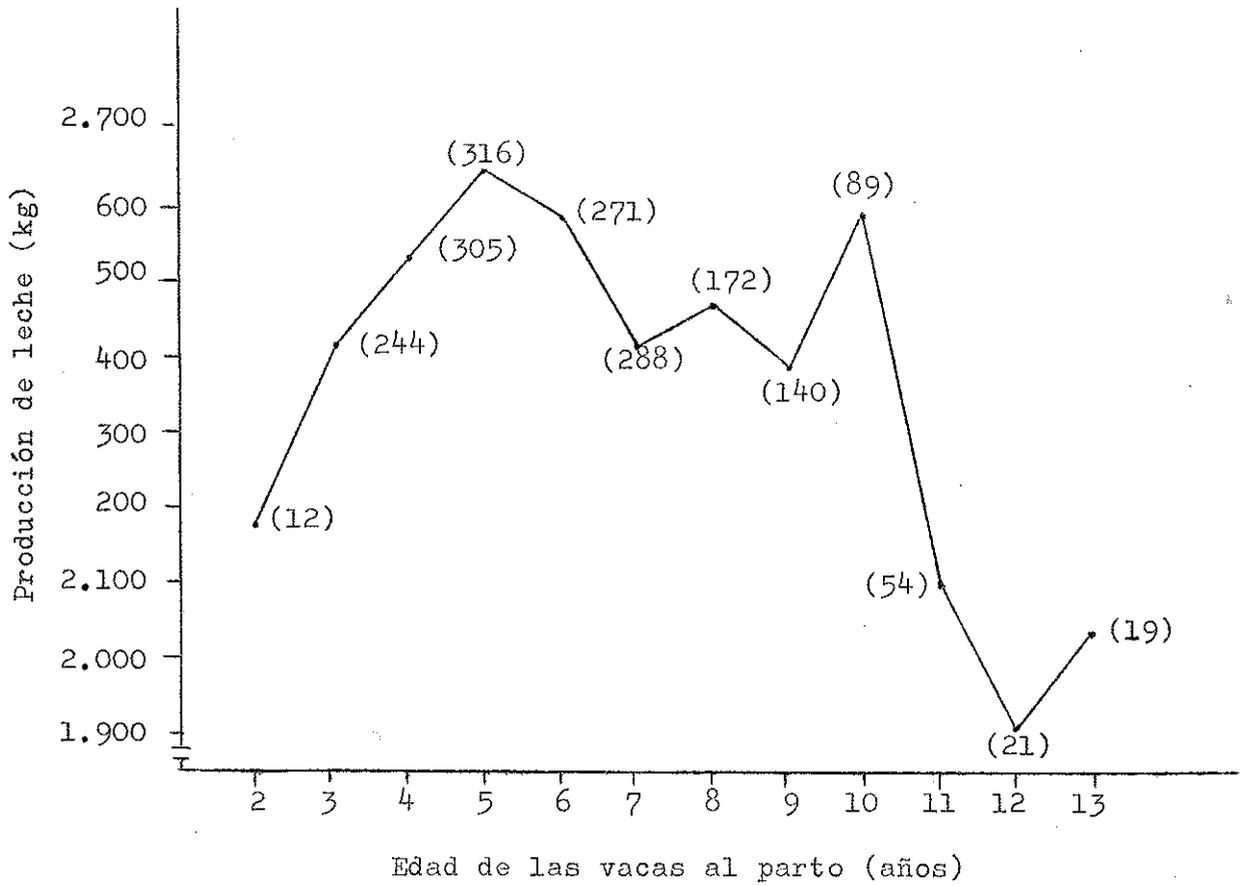


Fig. 1. Producciones de leche por lactancia en relación a la edad de las vacas.

Cuadro 8. Producciones de leche del hato.

	Primera lactancia			Todas las lactancias		
	n	Media (kg)	D.E.	n	Media (kg)	D.E.
Total	339	2492	1254	1882	2493	1125

D.E. = Desviación estándar

Cuadro 9. Análisis de variancia de la producción de leche en todas las lactancias.

Fuentes de variación	G. L.	C. M.
Año de parto	6	871702**
Mes de parto	11	221532**
Raza	22	321466**
Padres	67	147467**
Edad	11	184942**
Año x raza	123	56486
Error	1641	49801

** $P \leq 0,01$

a estos resultados parecería probable aumentar la producción de leche del hato con el solo hecho de eliminar los animales mayores de 10 años. Sin embargo, no hay motivo para eliminar animales solamente en base a edad si éstos no presentan problemas sanitarios que afecten su producción. Es

importante eliminar vacas viejas en el momento que realmente presentan problemas en vez de dar mayores oportunidades (tiempo) de producción. Esta similitud de promedios de producción de la primera lactancia con todas las lactancias no están de acuerdo a los resultados obtenidos por la mayoría de los trabajos consultados (4, 5, 9, 17, 20, 23, 43, 44, 48) que indican que existe una diferencia en favor del promedio de producción de todas las lactancias frente a las primerizas, puesto que están en pleno desarrollo fisiológico. Bhatnagar et al. (8) tuvieron resultados similares al presente trabajo; estos autores indican que la primera lactancia proveniente de cruzamientos de Pardo Suizo con Sahiwal y Red Sindhi, fue superior en promedio a las producciones de todas las lactancias.

4.1.1. Índices de herencia para producción de leche (h^2)

En el Cuadro 10 aparecen los componentes de variancia e índices de herencia de producción de leche en base a datos reales.

Cuadro 10. Componentes de variancia e índices de herencia (h^2), de producción de leche.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.	C.V.	$h^2 \pm EE$
Padres	66	115920	5139	$0,28 \pm 0,11$
Hijas/padres	910	66794	66794	

C.V. = Componentes de variancia

EE = Error estándar de la estimación de h^2 , Becker (3)

Los índices de herencia tuvieron estimaciones distintas en los varios grupos raciales (Cuadro 3 del Apéndice), cuyo rango fue desde negativo (cero) hasta 0,80. Los errores estándares indican que solamente se puede confiar en la estimación general para el hato.

El índice de herencia (h^2) de la producción de leche para el hato en general, sin tomar en cuenta los grupos raciales, fue de 0,28, un valor que está de acuerdo con la mayoría de los índices encontrados en la literatura (9, 14, 23, 32, 37). Sin embargo, los índices generalmente tienen definición e interpretación dentro de una raza. El índice de herencia (h^2) dentro de grupos raciales fue de $0,19 \pm 0,10$ considerado como un valor aceptable para producción de leche. El valor del h^2 del presente estudio mostró que el mejoramiento genético en este hato, a través de la selección, debe producir progresos similares a otras razas y zonas.

4.1.2 Índice de constancia para producción de leche (R)

Las estimaciones de los índices de constancia, derivados de los componentes de variancia aparecen en el Cuadro 11. Los valores de este índice variaron en los grupos raciales (Cuadro 6 del Apéndice) desde un valor negativo (cero) hasta 0,62 mostrando en general, tendencias a valores bajos. El valor del índice de constancia para el hato en general fue de 0,32, una estimación que está dentro del rango de los valores encontrados en otros trabajos (17, 23, 26, 32). Este valor indica que es posible la selección de las vacas en base a su primera lactancia.

Cuadro 11. Análisis de variancia, y componentes de variancia e índices de constancias (R) en producción de leche.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	C.V.	R	EE
Vacas	543	115618	22411	0,32 ±	0,03
Lactancias/vacas	1125	47041	47041		

C.V. = Componentes de variancia

EE = Error estándar de la estimación, Becker (3)

Sin embargo, es muy probable que si se haría ajustes de la producción por edad, año o meses en vez de producciones reales, se podría aumentar el valor de h^2 y R y consecuentemente mejorar la precisión de la selección. También la uniformidad de manejo y alimentación (por ejemplo, suplementación) tendrían las mismas consecuencias, pero es necesario justificar esta práctica con criterios económicos.

4.2 Comportamiento reproductivo

4.2.1 Edad al primer parto (EIP)

La edad promedio al primer parto en la presente investigación fue de 1043 días, la que es relativamente adecuada. Generalmente no se puede esperar edades de esta magnitud en el trópico húmedo, debido básicamente a la alimentación y al manejo proporcionado durante el período de crecimiento de las vacas y a las razas poco precoces. En comparación con la mayoría de los trabajos consultados (Cuadro 1) sobre edad

al primer parto, el valor encontrado es menor. Sin embargo, promedios típicos de zonas templadas con estas razas indican que es factible disminuir la EIP (4, 7, 13, 22, 27, 31, 32, 39, 43). Se podrá lograr edades al parto más tempranas, dándoles a las terneras una mejor alimentación, que necesariamente implicará un buen manejo de potreros y posiblemente suplementación con concentrados durante las etapas críticas del desarrollo y crecimiento.

En el Cuadro 12 se presentan las edades de las vacas al primer parto distribuidas por meses, en donde no se nota ninguna tendencia definida. Sin embargo, el análisis de variancia para edad al primer parto (Cuadro 14) demostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre meses de nacimiento.

Cuadro 12. Edad al primer parto (EIP).

Mes de nacimiento	N° de observaciones	Media (días)	Desviación estándar
Enero	29	1109	271
Febrero	30	984	234
Marzo	15	1159	357
Abril	34	1003	174
Mayo	21	1040	256
Junio	24	1022	207
Julio	34	1047	249
Agosto	43	995	139
Setiembre	31	1017	239
Octubre	29	1104	239
Noviembre	50	1014	195
Diciembre	27	1135	320
Total	307	1043	236

En el Cuadro 13 se muestran las edades al primer parto distribuidas por grupos raciales, en donde se puede apreciar que el grupo P+ fue el que presentó la mayor edad. En el resto de los grupos raciales no se apreciaron mayores diferencias, excepto para los grupos G+ y "otros" que son menores aunque disponen de pocas observaciones. El análisis de variancia (Cuadro 14) demostró diferencias entre los grupos raciales ($P \leq 0,01$). El grupo 15/16 Red Poll presentó la mayor edad al primer parto (Cuadro 4 del Apéndice) comparado con los grupos 1/2 Red Poll y 1/2 Pardo Suizo. El promedio de 1318 días de EIP para los 15/16 Red Poll, indican que se requiere nueve meses más tiempo que la media para que este grupo entre a la etapa reproductiva. Consecuentemente, las pérdidas económicas relacionadas con el mantenimiento de animales que no producen pueden ser notables. Sin embargo, tales promedios altos son similares a los resultados publicados por otros investigadores (18, 23, 26), quizás debido a la raza involucrada.

Cuadro 13. Edad al primer parto.

Grupo racial	Nº de observaciones	Medias (días)
P+	26	1215
1/2 P	62	1017
S+	56	1068
1/2 S	178	1011
H+	34	1124
G+	6	902
Otros	5	979
Total	367	1043

+ Incluye razas puras y cruces encastados

Cuadro 14. Análisis de variancia para edades al primer parto.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Mes de nacimiento	11	90.557*
Raza	16	135.896**
Padre	31	102.656**
Error	308	45.664

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$

4.2.2 Período entre el parto a primer servicio (PIS)

El promedio para el PIS del hato en general fue de 106 días, considerado como deficiente (14), por el hecho de que L.G. (285 días) + PIS + ISC no debe pasar de 365 días. Este resultado muestra las posibles consecuencias de decisiones de manejo. El ganadero fija un tiempo mínimo de "descanso" después del parto, antes de llevar a cabo el primer servicio; este criterio se basa en el tiempo requerido por el animal para estar en "condiciones fisiológicas" para una nueva gestación. Estas decisiones frecuentemente se basan en mitos. Otros factores a los que se puede atribuir esta pérdida de tiempo, posiblemente se relacionen con anestros post-partum, interrupción del ciclo estral, vacas fuera de condiciones de inseminación, deficiencias en detección de celos. Sin embargo, en casos raros, estos factores resultan tan críticos como las decisiones de manejo.

Odegaard (29) menciona que la fertilidad óptima se consigue en los 50-60 días después del parto. Asimismo, hay trabajos de investigación que se han hecho inseminando tan pronto como 30 días después del parto (42), obteniendo un 50 por ciento de concepción. Según Olds y Cooper (30), la única desventaja real para inseminar a los 40 días es una reducción en la tasa de concepción. De acuerdo a estos trabajos el promedio del PIS obtenido en el presente estudio se encuentra muy lejos de la época óptima de inseminación, por lo que se puede considerar como deficiente. Algunos de los trabajos consultados (25, 32) sobre el intervalo del PIS, presentan promedios similares o ligeramente superiores a los de este estudio. En cambio los intervalos del PIS publicados por Everett et al. (15), Sen'kov y Vorob'ev (42) y Torres (45) son más cortos que los del presente trabajo, debidos posiblemente a diferentes razas y a la política de manejo en el período del parto al primer servicio.

En el Cuadro 15 aparecen los PIS distribuidos por años, donde se nota una ligera tendencia a disminuir el PIS desde 1968 a 1973. El análisis de variancia (Cuadro 19) indicó diferencias ($P \leq 0,01$) entre años de parto. En el año 1968 los PIS fueron más largos que en los años 1972 a 1973. Estos resultados indican la factibilidad de reducir el PIS del parto, pudiéndose lograr resultados mucho más halagadores que los encontrados en el año 1973.

En el Cuadro 17 se resume los períodos PIS por grupos raciales ($P \leq 0,01$). Se nota que los grupos S+, H+ y "otros" tienen un PIS ligeramente más largos que el resto de los grupos.

En el Cuadro 18 se presentan los valores de PIS distribuidos por

Cuadro 15. Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por años.

Año	Período del parto al primer servicio (PIS)		N° de servicios por concepción (SC)		Período del 1er servicio a concepción (ISC)		Intervalo entre partos (IEP)	
	n	Media (días)	n	Media	n	Media (días)	n	Media (días)
1966	31	110	23	2,04	23	48	12	475
1967	72	125	88	1,88	87	24	28	451
1968	104	132	102	1,76	93	27	71	475
1969	88	102	129	1,78	124	24	86	468
1970	155	109	163	1,73	156	15	97	445
1971	257	108	207	1,84	181	20	190	440
1972	275	100	247	1,63	217	16	45	420
1973	216	89	58	1,81	24	1	6	427
Otros*	6	96	21	1,90	16	44	--	5
Total	1204	106	1038	1,76	921	21	50	1118
				0,99				437
								127

n = Número de observaciones

DE = Desviación estándar

* Incluye datos de 1961 a 1965 y 1974

Cuadro 16. Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por meses.

Mes	Período del parto al primer servicio (PIS)		N° de servicios por concepción (SC)		Período del 1er servicio a la concepción (ISC)		Intervalo entre partos (IEP)				
	n	Media (días)	n	Media	n	Media (días)	n	Media (días)			
Enero	111	107	53	1,59	0,57	57	28	72	88	423	128
Febrero	90	111	60	1,80	1,06	84	23	57	85	442	118
Marzo	119	97	59	1,80	0,93	102	21	40	127	432	121
Abril	140	103	62	1,77	0,97	82	15	31	133	421	107
Mayo	99	93	61	1,64	1,00	94	10	39	102	415	101
Junio	66	100	65	1,72	0,93	87	27	63	54	399	91
Julio	83	116	76	1,62	0,86	120	13	40	72	471	23
Agosto	114	107	68	1,83	0,89	48	20	42	96	453	164
Setiembre	106	113	72	1,77	0,82	57	26	60	101	440	118
Octubre	97	100	53	2,03	1,13	51	27	64	90	435	141
Noviembre	83	110	59	1,89	1,32	76	20	47	89	445	132
Diciembre	96	112	52	1,89	0,94	63	29	54	81	469	127
Total	1204	106	62	1,76	0,99	921	21	50	1118	437	127

n = Número de observaciones

DE = Desviación estándar

Cuadro 17. Medidas de eficiencia reproductiva por grupo racial.

Grupo racial	Período del parto a 1er servicio (PIS)		Nº de servicios por concepción (SC)		Período del 1er servicio a concepción (ISC)		Intervalo entre partos (IEP)	
	n	Media (días)	n	Media	n	Media (días)	n	Media (días)
P +	135	92	136	1,76	134	26	154	439
1/2 P	91	95	81	1,66	74	9	95	417
S +	57	104	44	1,95	36	28	51	429
1/2 S	273	99	239	1,52	219	14	290	418
H +	89	105	85	1,93	81	26	96	468
G +	51	84	56	1,69	54	17	49	420
Otros	508	117	397	1,88	320	24	383	459
Total	1204	106	1638	1,76	921	21	1118	437

n = Número de observaciones

+ = Incluye razas puras y cruces encastados

P = Red Poll S = Pardo Suizo H = Holstein G = Guernsey

Cuadro 18. Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por edad al parto de las vacas.

Edad (años)	Período del parto al 1er servicio (PIS)		NO de servicios por concepción (SC)		Período del 1er servicio a concepción (ISC)		Intervalo entre partos (IEP)	
	n	Media (días)	n	Media	n	Media (días)	n	Media (días)
2	21	159	85	3,00	1	55	--	--
3	75	120	62	1,40	22	12	52	20
4	130	99	55	1,62	85	14	40	103
5	129	97	55	1,42	127	13	40	151
6	88	91	48	1,73	101	25	51	112
7	90	85	49	1,64	87	19	36	109
8	67	86	47	1,70	65	30	62	82
9	50	94	53	1,67	50	16	42	68
10	24	96	55	1,02	32	10	44	44
11	9	55	29	2,07	13	34	80	17
12	8	84	36	2,50	4	72	117	8
13	5	61	26	1,66	6	4	10	7
14	2	90	30	1,20	5	18	41	5
15	1	87	--	1,50	--	--	--	2
D	505	117	68	1,96	321	24	56	380
Total	1204	106	62	1,76	921	21	50	1118
				0,99				437
								127

n = Número de observaciones

DE= Desviación estándar

edad al parto de las vacas. Se observa una tendencia a disminuir el PIS a partir de los dos años hasta los ocho años y después de esta edad no se nota una tendencia definida y tienen pocas observaciones. El análisis de variancia (Cuadro 19) mostró diferencias de los valores de PIS debidas a edades ($P \leq 0,01$). Para ver las posibles diferencias entre vaquillas del primer parto vs. vacas, se calcularon los PIS en las vaquillas. El promedio del PIS para esta fracción del hato fue de 128 días, que comparado con el PIS del hato completo (106 días) es mucho más largo, indicando que el problema es mucho más grave en las vaquillas. Probablemente a que aún están en desarrollo y bajo un "stress" mayor que las adultas.

Cuadro 19. Análisis de variancia para el período entre el parto a primer servicio.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Año	10	18.145**
Mes	11	5.177
Raza	20	11.629**
Edad	14	19.978**
Año x raza	172	2.369
Mes x raza	122	2.697
Error	854	3.698

** $P \leq 0,01$

4.2.3 Número de servicios por concepción (SC)

El promedio de SC del hato en general, fue de 1,76 el cual es aceptable según de Alba (14) y también caen en el rango de los mejores resultados de SC encontrados por varios autores (10, 12, 15, 25, 31, 34, 39, 42, 45) y son mejores a los obtenidos en otros trabajos (9, 15, 31, 32, 37). Este resultado de SC se explicaría en parte por el descanso que tienen las vacas de 106 días después del parto. Otra explicación puede ser que el promedio verdadero es más que 1,76 debido a los múltiples servicios no anotados para vacas con toros en servicio continuo en el potrero.

Los resultados del Cuadro 17 muestran los SC resumidos por grupos raciales ($P \leq 0,01$), indicando que los grupos S+, H+ y "otros", fueron los que requirieron más SC en promedio y el grupo 1/2 S menos SC; en el resto de los grupos no se nota mayor diferencia. Cuando se compararon los promedios de SC entre los grupos raciales, los desconocidos (Cuadro 4 del Apéndice) fueron los que presentaron más SC (1,89) los mismos que difirieron ($P \leq 0,01$) sólo del grupo 1/2 S (1,52). Entre el resto de los grupos raciales no hubo diferencias significativas. Los valores encontrados de SC en este trabajo indicarían que hay ciertos grupos raciales que se comportan mejor (menos SC), lo cual es una ayuda para la toma de decisiones del personal al mando del hato, para que oriente a cierto tipo de cruzamientos que mejoren su tasa de fertilidad.

En el Cuadro 18 se presentan los promedios de SC distribuidos por edad de los animales, la que no muestra ninguna tendencia definida. Sin embargo, análisis de variancia (Cuadro 20) indicó diferencias ($P \leq 0,01$)

en SC debidos a la edad de los animales. La comparación de los promedios, mostró que son diferentes solamente los animales de una edad no identificada (Cuadro 4 del Apéndice) en comparación con el grupo de cinco años.

Cuadro 20. Análisis de variancia para el número de servicios por concepción.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Año	13	0,91
Mes	12	1,15
Raza	20	2,09**
Edad	14	3,21**
Año x raza	125	0,70
Mes x raza	168	0,86
Error	685	0,98

** $P \leq 0,01$

4.2.4 Período entre el primer servicio y concepción (ISC)

El promedio general del ISC para el hato fue de 21 días. Esta medida es más corta que los resultados de otras investigaciones (15, 25, 32, 45). Sin embargo, este promedio no es exactamente real debido a que las vacas que repiten varios servicios no han entrado en el muestreo, motivo por el que no se conocía la fecha exacta de sus servicios efectivos. De haberse conocido estas fechas, probablemente el promedio del ISC

de hato hubiera sido mayor o similar a la magnitud obtenida para los cálculos de regresión, lo cual fue de 35 días, según evidencias presentadas en la sección 4.3. Aún suponiendo este promedio (35 días) para el ISC del hato, es eficiente.

En el Cuadro 15 se presentan los promedios del ISC distribuidos por años. Se nota que hay una tendencia a disminuir este intervalo a través de los años desde 1966. Los resultados mostrados en el Cuadro 15 indican claramente que el ISC es factible de ser reducido, pudiéndose lograr resultados como los de 1970, 1972 y 1973 (15, 16 y un día, respectivamente), puesto que esta variación obedece básicamente al manejo dado a los animales en el período de servicio.

En el Cuadro 17 se encuentran los promedios del ISC resumidos por grupos raciales. Se nota que los 1/2 P y 1/2 S y G+ presentan los menores intervalos de ISC comparado con el resto de los grupos raciales ($P \leq 0,05$). En las comparaciones entre los promedios se encontró que el grupo 7/8 Red Poll (Cuadro 4 del Apéndice) fue el que presentó los mayores intervalos, siendo más largos ($P \leq 0,05$) que los grupos 1/2 Pardo Suizo y 1/2 Red Poll. Estos resultados nuevamente son una ayuda para las decisiones del administrador en la escogencia de las razas para su plan de cruzamientos.

La interacción de mes y grupo racial del ISC fue significativa ($P \leq 0,01$), como se puede apreciar en el Cuadro 21, pero no demostraron claramente tendencias interesantes. Los promedios más extremos siempre representan subclases de pocas observaciones y entonces no permite conclusiones confiables.

Cuadro 21. Análisis de variancia para el período entre el primer servicio y concepción.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Año	11	4.761*
Mes	11	3.116
Raza	18	4.093*
Edad	13	3,572
Año x raza	120	2.121
Mes x raza	165	2.620**
Error	582	2.494

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

Si se observa el Cuadro 17, se nota claramente en todas las medidas de eficiencia reproductiva mejores resultados en los grupos 1/2 P y 1/2 S que los grupos P+ y S+, respectivamente, posiblemente como consecuencia del efecto del vigor híbrido o heterosis. Estos resultados observados, indican la factibilidad de mejorar las medidas de eficiencia reproductiva con un buen plan de cruzamientos.

4.2.5 Intervalo entre partos (IEP)

El promedio del IEP encontrado en el presente estudio fue de 437 días, lo cual es largo en comparación a la norma de 12 a 13 meses de explotaciones eficientes (14). Esto muestra que la eficiencia reproductiva resulta ser algo deficiente. Estos resultados pueden deberse en gran

parte a factores de manejo, como se ha notado en las discusiones de los diferentes períodos componentes del IEP. Las consecuencias económicas que traen los intervalos largos están relacionados con el mantenimiento de muchos animales de ninguna o poca producción y la reducción del potencial de crías producidas. La gran mayoría de los IEP presentados en otras investigaciones (Cuadro 1) son menores que los encontrados en el presente estudio, aunque también se observa intervalos similares y mayores.

En el Cuadro 15 se presentan los IEP distribuidos por años. Se nota mayores intervalos en los años 1966 a 1969 comparados con los de 1970 a 1973 ($P \leq 0,01$). La variación del IEP a través de los años indica que sería factible de ser reducido el valor promedio del hato de tal forma que se puede lograr de 420 días parecidos a los de 1972.

En el Cuadro 16 se muestran los IEP distribuidos por meses. El análisis de variancia (Cuadro 22) demostró diferencias ($P \leq 0,05$) debido a los efectos de meses de parto. Para la interpretación de estos resultados se debe recordar que se está haciendo los cálculos con el mes de parto (mes de inicio del IEP). Igualmente se identificó el PIS por la fecha de parto, mientras SC e ISC corresponden a identificaciones de la fecha de inseminación inicial. Consecuentemente, el efecto de meses en los casos de IEP y PIS no corresponden a los encontrados como críticos sino que los verdaderos efectos están corridos tres meses hacia adelante. Los verdaderos meses más favorables (para IEP cortos) coinciden con julio hasta setiembre. Mientras de octubre a marzo son los menos favorables. El período más favorable corresponde a los primeros meses más lluviosos y consecuentemente a buena disponibilidad de forrajes y quizás a pocos problemas

Cuadro 22. Análisis de variancia para el intervalo entre partos.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Año de parto	8	45.518**
Mes de parto	11	35.100*
Raza	20	52.905**
Edad	13	27.499
Año x raza	108	4.412
Mes x raza	177	11.214
Error	780	17.081

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$

sanitarios. El período verdaderamente más desfavorable corresponde a meses excesivamente lluviosos y a los secos. En el caso de los meses muy lluviosos (octubre-diciembre) se presentan los problemas sanitarios más graves y problemas del comportamiento animal y del hombre. Mientras que en los meses más secos (enero-marzo) el problema probablemente está relacionado con una menor disponibilidad de forrajes. En los casos en donde el origen del problema es básicamente escases de forrajes la solución más indicada sería la suplementación. Tratándose de problemas sanitarios requeriría la debida atención. El manejo de las vacas próximas a ser servidas podría hacerse en establos o corrales como una alternativa para solucionar los problemas (vacas y hombre) de lluvias excesivas.

El Cuadro 17 muestra los IEP de acuerdo con los grupos raciales;

sin embargo, no se notan diferencias tan intensas como las debidas a años o meses. En el análisis de variancia (Cuadro 19) se encontró diferencias debidas a los efectos de los grupos raciales ($P \leq 0,01$).

Para lograr un IEP de 12 meses, el tiempo promedio de la preñez de las vacas del rebaño debe estar aproximadamente en 80 días después del parto. Tomando en cuenta la variabilidad individual de las vacas en iniciar sus celos y el hecho de que hay muchas que no se preñan en el primero o segundo servicio, es necesario comenzar la inseminación antes de los 50 días post-partum. Entre los varios componentes del IEP, el PIS es el más factible de ser reducido por el manejo.

4.3 Relación entre medidas reproductivas y entre la producción y reproducción

En el Cuadro 23 se presenta las correlaciones entre medidas de eficiencia reproductiva: período del parto a primer servicio (PIS), primer servicio a concepción (ISC), servicios por concepción (SC), largo de gestación (LG) e intervalo entre partos (IEP). Estos resultados muestran correlaciones altamente significativas entre el período ISC con SC e IEP, así como el IEP con el ISC, con SC y LG. Entre las otras características de eficiencia reproductiva el valor de las correlaciones prácticamente fueron cero.

Los resultados del análisis de las medidas de eficiencia reproductiva, por medio del análisis de caminos críticos, se muestra en la Fig. 2, donde se presentan los valores de los efectos directos o correlaciones parciales (flecha de un sentido) y los valores de los efectos totales o correlaciones globales de una variable a través de las demás

Cuadro 23. Matriz de correlaciones entre diferentes características de eficiencia reproductiva, para todo el hato.

Y	X ₁ = PIS	X ₂ = ISC	X ₃ = SC	X ₄ = LG	Y = IEP
X ₁	1,00	- 0,04	- 0,02	- 0,01	0,01
X ₂	--	1,00	0,43**	0,70**	0,74**
X ₃	--	--	1,00	- 0,05	0,37**
X ₄	--	--	--	1,00	0,53**
Y	--	--	--	--	1,00

Número de observaciones: 316

** P ≤ 0,01

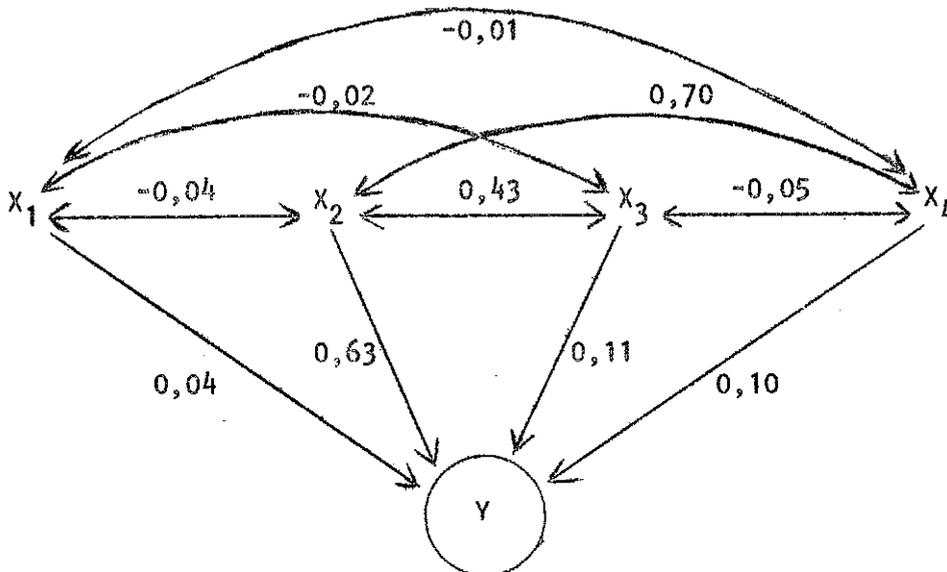


Fig. 2. Valores de los efectos directos y de los efectos indirectos entre medidas de eficiencia reproductiva.

Los símbolos son los mismos del Cuadro 23.

(flecha de doble sentido). Los valores de los efectos directos señalan que el IEP se encuentra íntimamente ligado con el ISC y que fue menor la asociación del IEP con las otras medidas, indicando que la mejor forma de hacer cambios en el IEP sería a través del ISC.

En este resultado causa extrañeza, la poca asociación entre el IEP y el PIS. La literatura señala relaciones bastante más altas entre estos dos índices. Se puede atribuir esta baja asociación probablemente a que se realiza la primera inseminación a períodos constantes, o sea, que hay poca variación de días para realizar esta práctica en este estudio.

La predicción del intervalo entre partos en función de los parámetros de eficiencia reproductiva se puede realizar mediante la siguiente ecuación ($R^2 = 0,83$):

$$Y = 803 + 0,436 X_1 + 2,460 X_2 + 8,729 X_3 - 1,763 X_4$$

donde:

- Y = Valor estimado del IEP
- X_1 = Período del parto a primer servicio (PIS)
- X_2 = Período del primer servicio a concepción (ISC)
- X_3 = Servicios por concepción (SC)
- X_4 = Largo de gestación (LG)

Debido a la desigualdad de las desviaciones estándares de los componentes del IEP, fue necesario estandarizar los coeficientes de regresión, para explicar la importancia relativa de cada una de estas medidas sobre el IEP. El resultado indica que el efecto del PIS sobre el IEP fue 3,9 veces más importante que SC y el ISC fue todavía 6,7 veces más importante que el PIS. El LG tuvo una importancia relativa intermedia entre el PIS y el ISC.

Sin embargo, es una variable no sujeta a ninguna modificación por manejo.

De acuerdo con estos resultados, se nota que por cada unidad de cambio en las componentes (X_1) varía en B días el IEP. Se puede observar que las sumas de las componentes del IEP son aditivos excepto el SC. En resumen, desde el punto de vista de manejo, la gestación no se puede modificar y los SC y el ISC son bastante aceptables, pero el PIS es el punto crítico y el más factible de reducción sencillamente con la política de inseminar lo más temprano posible después del parto.

El valor de la correlación del IEP con producción de leche fue 0,00. Esto indica que se puede seleccionar las vacas por estas características, producción y reproducción, simultánea e independientemente. La selección para mejoramiento de producción de leche no está perjudicando la eficiencia reproductiva del hato. Por otro lado, la eliminación de vacas con problemas reproductivos y el manejo para conseguir buena reproducción, no afecta la producción de leche. Este resultado está de acuerdo con las relaciones encontradas en otras zonas con otras razas (10, 20, 25), dando cierta confianza para manifestar de que no es una relación particular para el hato, sino un resultado ampliamente aplicable.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio se efectuó con datos de producción y reproducción de vacunos de leche provenientes de la hacienda La Marina, ubicada en el cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela, Costa Rica.

Se trabajó con las razas puras Red Poll (P), Pardo Suizo (S), Holstein (H), Guernsey (G), Zebú (Z), y varios grados de encastamiento entre ellos.

El promedio de producción de leche fue de 2492 y 2493 kg para primeras lactancias y todas las lactancias respectivamente. Afectaron significativamente la producción: los años, los meses, siendo los más lluviosos los de efecto negativo; los grupos raciales, donde los 1/2 S y cruces con H fueron los de mayores producciones; las edades, notándose la curva típica de producción. El índice de herencia fue de 0,28 y 0,19 para la producción de leche del hato total y para dentro de grupos raciales respectivamente. El índice de constancia fue de 0,32,

La eficiencia reproductiva se midió mediante varios parámetros: la edad al primer parto, con un promedio de 1043 días, entre grupos raciales varió desde 902 hasta 1215 días para cruces con G y cruces con P respectivamente. El período del parto al primer servicio, con un promedio de 106 días siendo el parámetro más deficiente de esta explotación; afectaron esta medida los años, los meses, donde los más lluviosos tuvieron intervalos más largos, las edades donde los más jóvenes fueron más problemáticos; los grupos raciales siendo los 1/2 S y cruces de G, los que presentaron menores intervalos. Los servicios por concepción, con un promedio de 1,76 en el hato total y varió desde 1,52 hasta 1,95 para grupos raciales 1/2 S y cruces de H respectivamente. El período del primer servicio a concepción, con un promedio de 21 días, encontrándose que los mejores grupos raciales fueron 1/2 P y 1/2 S con 9 y 14 días respectivamente. El intervalo entre partos tuvo un promedio de 437 días; se encontraron efectos significativos de los años, de los meses, donde los

más lluviosos tuvieron intervalos más largos, de los grupos raciales siendo 1/2 P y 1/2 S los de intervalos más cortos (417 y 418 días respectivamente), posiblemente por efectos de heterosis.

La relación entre la producción de leche y reproducción fue nula ($r = 0,00$), o sea, totalmente independiente. Se generó una ecuación para la predicción del intervalo entre partos, encontrándose que el período del primer servicio a concepción es el componente que causa la mayor variación sobre el intervalo entre partos, bajo las condiciones del presente estudio.

La hacienda La Marina, por su situación ambiental, se puede considerar como típica o representativa para lecherías de zonas tropicales húmedas. Consecuentemente, los problemas y posibles soluciones de este estudio pueden hacerse extensivas para otras explotaciones lecheras ubicadas en zonas similares.

En base de los resultados encontrados en este estudio, fue posible llegar a las conclusiones siguientes:

1. Es posible obtener en zonas tropicales húmedas producciones aceptables de leche, con vacunos encastados con razas europeas.
2. Programas de mejoramiento de producción de leche, seleccionando en base a primeras lactancias, pueden tener una respuesta casi tan efectiva como en zonas templadas.
3. Sería posible reducir el intervalo entre partos si se reduce el período del parto al primer servicio. Esto se podría conseguir fácilmente iniciando los servicios lo más temprano posible (segundo mes postparto).
4. Los programas de selección para mejoramiento genético de la producción de leche, puede llevarse independientemente del manejo para mejorar la eficiencia reproductiva, pues son características independientes.

5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The present study was made using production and reproduction data from the dairy herd of the farm "La Marina" located in the canton of San Carlos, Province of Alajuela, Costa Rica. The breeds involved were Red Poll (P), Brown Swiss (S), Holstein (H), Guernsey (G), Zebu (Z), and various grades of crossbreds among these breeds.

The average milk production was 2,492 and 2,493 kg for first lactations and total lactation, respectively. Production was significantly affected by: years, months (rainy months causing negative effects), breed groups (1/2 S and crosses with H the highest yielders), and ages (typical age curve noted). Heritabilities were 0.28 and 0.19 for milk production, respectively, for the total herd and within breeds. Repeatability was estimated as 0.32.

Reproductive efficiency was evaluated using various parameters: age at first calving, averaging 1,043 days, and varying within breed groups from 902 to 1,215 days for crosses with G and crosses with P, respectively; the interval from calving to first service averaged 106 days (which appeared to be the parameter most deficient in the herd) and was affected by years, months (more rainfall was associated with longer intervals), age (younger cows having longer intervals), and breed groups (1/2 S and crosses with G having shorter intervals); services per conception averaged 1.76 in the total herd and varied from among breed groups from 1.52 in 1/2 S to 1.95 for the Holstein crosses; the interval from first service to conception averaged 21 days and the major influence was noted between breed groups wherein the 1/2 P and 1/2 S averaged 9 and 14 days, respectively; the

interval between calvings averaged 437 days and was affected significantly by years, months (longer intervals associated with heaviest rainfall), and breed groups (1/2 P and 1/2 S showed shorter intervals, of 417 and 418 days, respectively, possibly as an effect of heterosis).

No relation was evidenced between milk production and reproduction ($r = 0.0$ or completely independent). An equation was derived to predict calving interval wherein the parameter causing the greatest variation was the interval from first service to conception.

The farm "La Marina" can be considered as representative of dairy herds in tropical humid zones. Consequently, the problems and possible solutions of this study should have application throughout similar areas.

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

1. Acceptable levels of milk production are possible in the humid tropics using European breeds and their crosses.
2. Programs for genetic improvement in milk production based on first lactations should produce results nearly the same as those in temperate zones.
3. The reduction of calving intervals is possible via the reduction of the period from calving to first service. A relatively simple manner to reduce this interval is to adopt the policy of breeding early following calving (starting the second month).
4. Programs for genetic improvement in milk production should be carried out independently of management practices to improve reproduction as the characteristics are unrelated.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDERSEN, H. y PETERSEN, P. H. Effect of age and season, heritability of production and reproduction, and the relationship between these characteristics in three Danish dairy breeds. Dairy Science Abstracts 35(2):23. 1973.
2. ARORA, K. L., TOMAR, S. S. y SINGAL, S. O. Factors affecting the reproductive efficiency of Haryana cattle - the duration of post-partum breeding interval. Animal Breeding Abstracts 41(6):299. 1973.
3. BECKER, W. A. Manual of procedures in quantitative genetics. 2. ed. Pullman, Washington State University, 1967. 130 p.
4. BELLER, I. Early selection of dairy cows. VI. Effect of 1st lactation yield and age at 1st calving on yield in later lactation in different groups of cows. Dairy Science Abstracts 35(6):207. 1973.
5. _____. Effect of calving interval on milk production of cows. Animal Breeding Abstracts 41(9):437. 1973.
6. BEROUSEK, E. R. et al. Heritability and repeatability estimates of production and type of Guernsey cattle. Journal of Dairy Science 42(5):925. 1959.
7. BHATNAGAR, D. S., GURNANI, M. y NAIR, P. G. Crossbreeding of Brown Swiss with Sahiwal and Red Sindhi cows. Animal Breeding Abstracts 41(8):379. 1973.
8. _____, GURNANI, M. y NAIR, P. G. Performance of Brown Swiss bulls in the cross breeds at NDRI Karnal. Animal Breeding Abstracts 41(8):378-379. 1973.
9. BODISCO, V., VERDE, O. y WILCOX, C. Producción y reproducción de un lote de ganado Pardo Suizo. ALPA. Memoria. (Venezuela) 6:81-95. 1971.
10. BOYD, L. J., SEATH, D. M. y OLDS, D. Relationship between level of milk production and breeding efficiency in dairy cattle. Journal of Animal Science 13(1):89-93. 1954.
11. BUCH, N. C., TYLER, W. J. y CASIDA, L. E. Variation in some factors affecting the length of calving intervals. Journal of Dairy Science 42(2):298-304. 1959.
12. CARMONA, S. y MUÑOZ, H. Intervalo entre partos y número de servicios por preñez en vacas Criollas, Jersey y encastadas de Suizo en clima tropical húmedo. Reunión Latinoamericana de Producción Animal, 1a. ALPA. Memoria. 1966. p. 7-19.

13. CRETENAND, J. y MEYE, U. Preliminary results of experimental crossing of Simmental with Red-White Holstein cattle. Dairy Science Abstracts 35(3):72. 1973.
14. DE ALBA, J. Reproducción y genética animal. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1964. 446 p.
15. EVERETT, R. W., ARMSTRONG, D. V. y BOYD, L. J. Genetic relationship between production and breeding efficiency. Journal of Dairy Science 49(7):879-886. 1966.
16. FERCEJ, J. Assessment of effect of environmental factors on milk yield of cows. Dairy Science Abstracts 35(9):325. 1973.
17. GOPAL, D. y BHATNAGAR, D. S. Effect of age at first calving and first lactation yield on life time production in Sahiwal cattle. Animal Breeding Abstracts 41(9):438. 1973. ✓
18. GURNANI, M. y NAGARCENKAR, R. Evaluation and breeding performance of buffaloes and estimations of genetic and phenotypic parameters. Animal Breeding Abstracts 41(7):345. 1973.
19. KIWUWA, G. H. Production characteristics and environmental influences on some dairy traits of *Bos indicus*, *Bos taurus* and *Bos indicus*, *Bos taurus* cross breed cattle in East Africa. Dissertation Abstracts International B 33(4):1334. 1972.
20. K'SNEDELICHEV, M. Relationship between age at first calving, length of calving interval and milk production in the recently formed Bulgarian Red breed of cattle. Animal Breeding Abstracts 41(8):379. 1973.
21. LEMKA, L. et al. Reproductive efficiency and viability in two *Bos indicus* and two *Bos taurus* breeds in the tropics of India and Colombia. Journal of Animal Science 36(4): 644-652. 1973.
22. MAGOFKE, J. C. S. 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, 1964. 110 p.
23. _____ y BODISCO, V. Estimaciones del mejoramiento genético del ganado Criollo lechero en Maracay, Venezuela, entre los años 1955-1964. Venezuela. Centro de Investigación Agronómico. Circular no. 12. 1966. 34 p.
24. MAHESH, D. y TOMAR, S. P. S. Effect of non-genetic factors on the inheritance of age at first calving in Harijana cattle. Indian Journal of Animal Science 42(5):333-336. 1972.

25. MORALES, J. C. Estudio de las características de reproducción y producción en un hato Guernsey en la zona alta de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 46 p.
26. MOULICK, S. K. et al. Potential of Deshi cattle of India for dairy production. Journal of Dairy Science 55(8): 1148-1155. 1972.
27. NAGPAUL, P. K. y BHATNAGAR, D. S. Effect of month of calving on milk production in Tharparkar cattle. Indian Veterinary Journal 49(8):783-788. 1972.
28. NGERE, L. O. et al. Factors influencing milk yield of Hariana cattle. Journal of Animal Science 36(3):457-465. 1973.
29. ODEGAARD, S. Post-partum fertility in the cow. Animal Breeding Abstracts 41(1):13. 1973.
30. OLDS, D. y COOPER, T. Effect of post-partum rest period in dairy cattle on the occurrence of breeding abnormalities and on calving intervals. Journal American Veterinary Medical Association 157(1):92-97. 1970.
31. OPREA, I. Results for the first generation crossbreeds from Holstein-Friesian bulls and Romanian Simmental cows. Animal Breeding Abstracts 41(3):126. 1973.
32. PEROZO, T. Características de reproducción y producción de un hato Holstein en zona de altura del trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 39 p.
33. POSTON, H. A., ULBERG, L. C. y LEGATES, J. E. Analysis of seasonal fluctuations of reproductive performance in dairy cows. Journal of Dairy Science 45(11):1376-1382. 1962.
34. PRABHAKARAN, T. Investigation on certain economic characters in cows under field conditions. Indian Journal of Animal Science 42(6):411-414. 1972.
35. PRASAD, R. L. y PRASAD, R. B. A study on genetic and phenotypic parameters of some economic characters of Tharparkar cattle. Indian Veterinary Journal 49(12):1199-1206. 1972.
36. RAGAB, M. I., ABDEL-AZIZ, A. S. y FAHMY, S. K. Estimation of heretability of milk yield in the presence of form and year effects. Journal of Animal Production of the United Arab Republic (Egipto) 10(1):1-6. 1970.

37. REDDY, C. E. y BHATNAGAR, D. S. Inheritance of breeding efficiency and first lactation yield. *Animal Breeding Abstracts* 41(8):383. 1973.
38. RENDEL, J. Dairy cattle in hot climates. *Dairy Science Abstracts* 35(1):24. 1973.
39. RONNINGEN, K., LAMPKIN, R. y GRAVIR, K. Zebu cattle in East Africa. I. The influence of environmental factor on some traits in Boran cattle. *Dairy Science Abstracts* 35(5):156. 1973.
40. SALISBURY, G. W. y VANDEMARK, N. L. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. Trad. de José Ma. Santiago Luque. Zaragoza, España, Acribia, 1964. 707 p.
41. SAXENA, P. N. et al. Effect of month and season of calving on lactation yield of Sahiwal cows at IARI. *Dairy Science Abstracts* 35(9):325. 1973.
42. SEN'KOV, YU. A. y VOROD'EV, G. V. The optimal time for inseminating cows after calving. *Animal Breeding Abstracts* 41(1):14. 1973.
43. SHARAPA, G. S. The logical time for first insemination of heifers. *Animal Breeding Abstracts* 41(4):181. 1973.
44. TOMAR, S. P. S. et al. Least-squares of some environmental factors affecting first lactation milk yield in Haryana cattle. *Indian Journal of Animal Science* 41(9):780-783. 1971.
45. TORRES, B. J. Comportamiento reproductivo de varios grupos raciales de ganado lechero en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 52 p.
46. TOUCHBERRY, R. W., ROTTENSTEN, K. y ANDERSEN, H. Associations between service interval, interval from first service to conception, number of services per conception, and level of butterfat production. *Journal of Dairy Science* 42(7):1157-1170. 1959.
47. VENKATESHWARLU, B. P. Genetic studies on Ongale cattle. *Indian Veterinary Journal* 49(12):1206-1213. 1972.
48. VERMA, R. N. et al. A study on the performance of the cross-bred grades of Friesian and Sahiwal. *Indian Veterinary Journal* 50(3):251-256. 1973.

7. APENDICE

Cuadro 1. Nombre y número de registro de los toros utilizados como padres.

Número asignado	Nombre o Número de registro	Número asignado	Nombre o Número de registro
1	Teddy	38	Charmer
2	Tex	39	Lece Regal M.
3	Ladd	40	Gaicho
4	Imperial	41	Master
5	Denador	42	L. H. Keepers Asset
6	Brasileño	43	Cres Reveles
7	Tico	44	L. H. Regal Sobereing
8	Caballero	45	L. H. Regal M.
9	Russel	46	L. H. Sunrise
10	Clearview	47	Comp. de Orosi
11	Carnation IMP	48	Benefactor
12	Prospector	49	High Noon
13	Ideal	50	Symbol
14	Magic	51	Lapitan
15	Wayne	52	Malone
16	Foremost	53	Rey
17	Vice-President	54	Bonnier
18	Emperador	55	Prince
19	Satélite	56	L. H. Noble Benefactor
20	Sultan	57	L. H. Scholastic Imp.
21	Burton	58	L. H. Boatswain Imp.
22	Neptuno	59	L. H. Salomon Imp.
23	Jolly Toro	60	Hills Diamond Dandy
24	Hominy	61	Welcome In Cocent.
25	Noble	62	Cuatro Reinas Reno
26	1795	63	Welcome In Supreme
27	3642	64	V. B. R. F. Pavanne
28	3644	65	107915
29	1802	66	Welcome In Baron
30	3643	67	119565
31	Flor de Lys	68	134394
32	1808	69	128271
33	Brince Inf.	70	125151
34	1810	71	Welcome In Future
35	0754	72	139036
36	Tito	73	151566
37	Pardo Jersey	74	139282

Cuadro 2. Producciones de leche de acuerdo con los grupos raciales.

Grupos raciales	Primera lactancia			Todas las lactancias		
	N° observ.	Media (kg)	DE	N° observ.	Media (kg)	DE
P	3	811	626	21	1805	678
1/2 P	58	2187	864	240	2239	911
3/4 P	--	--	--	93	2611	1086
7/8 P	10	1454	764	228	2281	946
15/16 P	12	2175	562	101	2245	871
S	28	2012	1297	73	2327	1234
1/2 S	167	2778	1277	642	2741	1125
3/4 S	20	2290	1192	43	2340	997
7/8 S	--	--	--	3	1530	1339
15/16 S	--	--	--	2	1809	771
H	9	2968	1496	62	2363	1458
1/2 H	11	2727	1414	81	2779	1375
3/4 H	2	1916	1848	39	2326	1324
7/8 H	9	2849	1766	41	2864	1382
15/16 H	--	--	--	24	3303	1397
G	1	1995	--	21	2447	1135
1/2 G	2	3193	1822	43	2674	1089
3/4 G	--	--	--	13	2394	1052
7/8 G	--	--	--	36	1858	1091
15/16 G	2	1495	617	35	2155	1091
Z	2	2591	1196	5	1591	1095
1/2 Z	2	2061	1430	6	1992	800
D	1	2254	--	30	2306	971
Total	339	2492	1254	1882	2493	1125

Cuadro 3. Análisis de componentes de variancia e índices de herencia (h^2), de producciones de leche en base a primeras lactancias por grupos raciales y en general.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.	C.V.	h^2	Grupos raciales
Toros	11	97044	12886	0,80 _± 0,67	1/2; 3/4; 7/8; 15/16 P
Hijas/toros	30	51040	51040		
Toros	24	80082	1623	0,08 _± 0,64	S
Hijas/toros	35	76268	76268		
Toros	4	171117	3259	0,20 _± 0,21	1/2 S
Hijas/toros	589	60356	60356		
Toros	9	89470	- 9896	-0,32 _± 0,41	H
Hijas/toros	33	129648	129648		
Toros	7	76606	- 1963	-0,09 _± 0,27	1/2 H
Hijas/toros	57	91052	91052		
Toros	13	92211	2725	0,12 _± 0,42	3/4; 7/8; 15/16 H
Hijas/toros	52	80140	80140		
Toros	7	125984	12662	0,80 _± 0,62	1/2; 3/4; 7/8; 15/16 G
Hijas/toros	42	50136	50136		
Toros	66	115920	5139	0,28 _± 0,11	General
Hijas/toros	910	66794	66794		

C.V. = Componentes de variancia

NOTA: El cuadro no incluye los resultados que se obtuvieron con cinco toros o menos.

Cuadro 4. Medidas de eficiencia reproductiva distribuidas por grupos raciales.

Grupo racial	Edad al 1er Parto (EIP)		Intervalo entre partos (IEP)		N° de servicios por concepción (SC)		Período del parto al 1er servicio (PIS)		Período del 1er servicio a concepción (ISC)	
	n	Media (días)	n	Media (días)	n	Media	n	Media (días)	n	Media (días)
P	4	1178	8	385	8	1,37	8	87	8	8
1/2 P	62	1017	25	417	81	1,66	91	95	74	9
3/4 P	--	--	27	498	61	1,46	29	86	26	10
7/8 P	10	1107	81	432	113	2,00	67	95	68	39
15/16 P	12	1318	38	423	113	1,60	31	93	41	15
S	36	1094	24	453	101	1,92	33	101	62	38
1/2 S	178	1011	290	418	108	1,52	273	99	59	219
3/4 S	20	1022	20	385	69	1,94	23	87	46	14
7/8 S	--	--	1	1022	--	3,00	1	297	--	--
H	10	1213	30	476	185	1,72	22	113	70	26
1/2 H	12	1089	30	472	132	2,03	34	119	60	31
3/4 H	2	1064	9	474	73	1,16	9	51	28	6
7/8 H	10	1088	13	428	112	2,25	14	80	45	11
15/16 H	--	--	14	475	92	2,05	10	126	75	12
G	1	942	8	417	61	1,75	8	86	37	8
1/2 G	2	744	14	410	105	1,61	16	77	50	17
3/4 G	--	--	5	521	191	1,71	7	85	37	6
7/8 G	--	--	7	415	71	1,62	6	91	31	8
15/16 G	3	993	15	398	91	1,80	14	86	35	15
Z	2	1262	4	394	687	1,33	3	87	43	--
1/2 Z	2	760	--	--	--	--	--	--	--	--
D	1	851	379	400	129	1,89	505	117	68	24
Total	367	1043	236	437	127	1,76	1204	106	62	21

n = Número de observaciones

DE = Desviación estándar

P = Red Poll S = Pardo Suizo H = Holstein G = Guernsey Z = Zebuino D = Desconocidos

Cuadro 5. Producción de leche de todas las lactancias, de acuerdo con la edad de las vacas.

Edad (años)	Nº de observaciones	Media (kg)	Desviación estándar
2	12	2185	1339
3	244	2413	1220
4	305	2539	1013
5	316	2648	1133
6	271	2572	1093
7	288	2425	995
8	172	2470	1069
9	140	2389	1127
10	89	2579	1131
11	54	2097	1063
12	21	1902	1099
13	19	2031	1082
Total	1882	2488	1954

Cuadro 6. Análisis de componentes de variancia e índices de constancias (R) en producciones reales de leche, por grupos raciales y en general.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.	C.V.	R	Grupo
Entre vacas	75	64466	10652	0,25 ± 0,07*	1/2 P
Lactancias/vaca	156	31444	31444		
Entre vacas	30	127384	34697	0,56 ± 0,09	3/4 P
Lactancias/vaca	59	27111	27111		
Entre vacas	58	72560	10094	0,20 ± 0,08	7/8 P
Lactancias/vaca	143	38140	38140		
Entre vacas	27	43260	904	0,02 ± 0,09	15/16 P
Lactancias/vaca	72	40040	40040		
Entre vacas	12	50664	- 12502	-0,18 ± 0,27	S
Lactancias/vaca	18	80168	80168		
Entre vacas	192	113892	20134	0,27 ± 0,05	1/2 S
Lactancias/vaca	392	53087	53087		
Entre vacas	15	114035	32189	0,48 ± 0,17	3/4 S
Lactancias/vaca	24	33884	33884		
Entre vacas	20	184479	52858	0,52 ± 0,13	H
Lactancias/vaca	34	47047	47047		
Entre vacas	22	105054	15506	0,22 ± 0,15	1/2 H
Lactancias/vaca	46	55866	55866		
Entre vacas	30	128536	14484	0,14 ± 0,11	3/4; 7/8; 15/16 H
Lactancias/vaca	66	83492	83492		
Entre vacas	11	71066	4291	0,07 ± 0,16	1/2 G
Lactancias/vaca	30	56134	56134		

continúa

Cuadro 6 (continuación)

Fuentes de variación	G.L.	C.M.	C.V.	R	Grupo
Entre vacas	25	78691	9097	0,15 ± 0,12	3/4; 7/8; 15/16 G
Lactancias/vaca	55	50489	50489		
Entre vacas	543	115618	22411	0,32 ± 0,03	General
Lactancias/vaca	1125	47041	47041		

C.V. = Componentes de variancia

NOTA: El cuadro no incluye los resultados que se obtuvieron con ocho vacas o menos.