

ESTIMACION DEL MEJORAMIENTO GENETICO EN PRODUCCION DE LECHE, GRASA Y
LARGO DE LACTANCIA EN EL GANADO CRIOLLO LECHERO DE TURRIALBA

por

JUAN CARLOS MAGOFKE S.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Centro de Enseñanza e Investigación

Turrialba, Costa Rica

Diciembre de 1964

ESTIMACION DEL MEJORAMIENTO GENETICO EN PRODUCCION DE LECHE, GRASA Y
LARGO DE LACTANCIA EN EL GANADO CRIOLLO LECHERO DE TURRIALBA

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

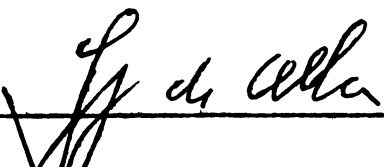
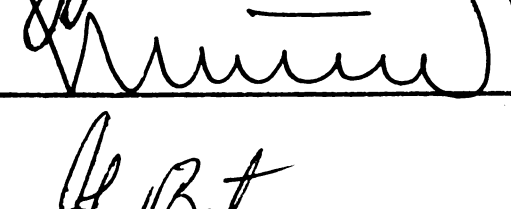

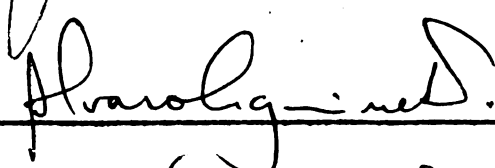
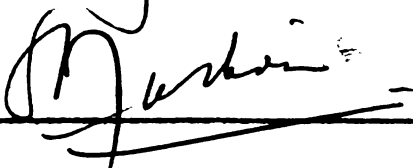
Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

Permiso para su publicación, reproducción total o parcial,
debe ser obtenida en dicho Instituto.

APROBADA:

	Consejero
	Comité
	Comité
	Comité
	Comité

Diciembre de 1964

A mis padres

A Ana

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero y cordial agradecimiento:

Al Dr. Jorge de Alba, formador del hato Criollo en Turrialba, quien por su continua y valiosa ayuda permitió la ejecución de la tesis y me hizo posible llevar a cabo estudios postgraduados.

A los Ingenieros Héctor Muñoz y Gilberto Páez quienes participaron en todas las etapas de desarrollo de este trabajo y que el autor desea expresar su más profunda gratitud tanto por su valiosa ayuda técnica como por haberle enseñado el verdadero sentido de trabajar en una Estación Experimental.

Al Dr. Richard Damon director asociado de la Estación Experimental de Massachusetts por sus valiosos consejos.

Al Dr. John Bateman por su ayuda y sugerencias.

Al Sr. Guillermo Fuentes por su desinteresada participación.

De un modo especial a la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile por haberme ayudado a efectuar estudios postgraduados en el IICA.

BIOGRAFIA

Juan Carlos Magofke Serendero nació en la ciudad de Santiago, Chile, el 8 de septiembre de 1939. Hizo sus estudios primarios en el "Colegio Alemán" y los secundarios en el "Instituto Nacional", graduándose de Bachiller en 1957.

En el mismo año ingresó a la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile en Santiago de donde egresó el año 1961. El diploma de Ingeniero Agrónomo lo obtuvo en 1962.

En enero de 1962 ingresó a la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile donde trabajó en el Laboratorio de Genética Animal.

En octubre de 1962 participó en un curso de cría animal dictado en La Estanzuela, Uruguay.

En mayo de 1963 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas para hacer estudios de postgraduados en la Disciplina de Zootecnia, egresando en diciembre de 1964.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS Y ESQUEMA	ix
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	6
I. Características de producción en el ganado lechero en el trópico	6
A. Producción de leche	6'
B. Largo de lactancia	10
C. Porcentaje de grasa	11
II. Fertilidad y mortalidad del ganado lechero en el trópico	11
III. Factores no hereditarios que influyen en la produc- ción de leche	16
A. Edad del animal	17
B. Período de servicio	19
C. Período seco	19
D. Edad al primer parto	20
IV. Algunos conceptos genéticos en producción de leche	21'
A. Índice de herencia	21
B. Índice de constancia	25
C. Mejoramiento anual genético	27
MATERIALES Y METODOS	
I. Características del material usado	33
II. Consanguinidad	36
III. Factores considerados para estimar efectos sobre producción de leche porcentaje de grasa y largo de lactancia	37
A. Período del año	37
B. Edad al primer parto, período de servicio y pe- ríodo seco	38
C. Nomenclatura y significado de los términos usa- dos	39
D. Edad del animal	40
IV. Tipo de correcciones usadas	40

	<u>Página</u>
V. Estimaciones de los parámetros de la población	42
A. Índice de herencia	42
B. Índice de constancia	43
VI. Mejoramiento anual genético	44
PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	48
I. Producción de leche	48
A. Período seco	48
B. Edad de los animales	52
C. Período de servicio	53
D. Edad al primer parto	54
E. Período del año	55
F. Cambios en la producción de leche en las razas Criollo y Jersey a través de los años	55
G. Estimación de parámetros genéticos	58
II. Largo de lactancia	61
A. Factores considerados para estimar sus efectos sobre largo de lactancia	61
B. Cambios en la longitud de lactancia en las razas Criollo y Jersey	65
C. Estimación de parámetros genéticos	66
III. Porcentaje de grasa	69 ✓
A. Factores considerados para estimar sus efectos sobre porcentaje de grasa	69 ✓
B. Período del año	69
C. Edad de los animales	71
D. Cambios en el porcentaje de grasa en las razas Criollo y Jersey a través de los años	72
E. Estimación de parámetros genéticos	74
IV. Mejoramiento anual genético en producción de leche, largo de lactancia y porcentaje de grasa en la raza Criollo	77
A. Producción de leche	77 ✓
B. Largo de lactancia	79
C. Porcentaje de grasa	80 ✓
V. Algunas consideraciones relativas al desarrollo fu- turo de este hato	80

	<u>Página</u>
RESUMEN Y CONCLUSIONES	87
SUMMARY AND CONCLUSIONS	89
LITERATURA CITADA	91
APENDICE	99

LISTA DE CUADROS Y ESQUEMA

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
1	Producción de leche y largo de lactancia de algunos hatos de razas nativas del trópico	8
2	Algunas medidas de fertilidad de razas nativas y europeas en el trópico	12
3	Algunos índices de herencia para producción de leche, grasa y largo de lactancia obtenidos en el trópico	24
4	Algunos índices de constancia para producción de leche, grasa y largo de lactancia en el trópico .	26
5	Algunas estimaciones de mejoramiento anual genético logrado a través de la selección en hatos cerrados de razas nativas del trópico	30
6	Número de animales y de lactancias incluídas y eliminadas (Criollo)	34
7	Aumento en la consanguinidad en el hato Criollo de Turrialba	36
8	Valores de las regresiones usadas para corregir producción de leche por período seco	48
9	Cambios en la producción de leche entre lactancias sucesivas (Raza Criollo)	50
10	Cambios en la producción de leche entre lactancias sucesivas (Raza Jersey)	51
11	Producción de leche (Criollo)	56
12	Producción de leche (Jersey)	57
13	Resultados de las regresiones intratoro (Producción de leche)	59
14	Valores de las correlaciones y regresiones entre período de servicio y largo de lactancia	61
15	Largo de lactancia (Criollo)	63
16	Largo de lactancia (Jersey)	64
17	Correlaciones entre largo de lactancia y producción de leche	65

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
18	Resultados de las regresiones intratoro (largo de lactancia)	67
19	Análisis de varianza para porcentaje de grasa ...	70
20	Promedios de porcentaje de grasa en los diferentes partos en el Criollo y Jersey	72
21	Porcentaje de grasa (Criollo y Jersey)	73
22	Resultados de las regresiones intratoro (porcentaje de grasa)	75
23	Comparaciones entre vacas con sólo dos partos contra vacas (seleccionadas) con 1 a 5 lactancias	77
24	Diferencial de selección estimado a partir de las madres de toros	78
25	Porcentaje de lactancias anormales de las hijas de cada toro	81
26	Porcentaje de lactancias anormales en el hato Criollo	83
27	Valor de records parciales como estimadores de la producción de leche en una lactancia	85
28	Parentesco de los toros usados en el hato Criollo desde 1948 hasta 1963	100
29	Período seco en días de la raza Criollo	101
30	Período seco en días de la raza Jersey	102
31	Período de servicio en días de la raza Criollo ...	103
32	Período de servicio en días de la raza Jersey	104
33	Edad al primer parto de la razas Criollo y Jersey	105
34	Correlaciones y regresiones lineales y de segundo grado entre cambios en la producción de leche de lactancias sucesivas y edad al primer parto, período de servicio y período seco	106
35	Correlaciones múltiples entre cambios en la producción de leche de lactancias sucesivas y edad al primer parto, período de servicio y período seco .	107

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
36	Correlaciones entre edad al primer parto y producción de leche, largo de lactancia, porcentaje de grasa y período de servicio	108
37	Correlaciones entre cambios en el largo de lactancia y edad al primer parto, período de servicio y período seco	109
38	Correlaciones entre cambios en el porcentaje de grasa y edad al primer parto, período de servicio y período seco	110
 Esquema N ^o		
1	Esquema y claves indicadores de los diferentes factores considerados en la vida productiva de los animales	111

INTRODUCCION

Mejorar la producción de leche en climas tropicales es una necesidad urgente. Esta aseveración adquiere mayor relieve, si se considera que más de la mitad de la superficie del planeta se encuentra bajo estas condiciones y una gran proporción de los habitantes en esas regiones, viven de lo que la tierra pueda proporcionarles. La situación planteada lejos de mejorarse, muestra en la mayoría de los casos una tendencia inversa, ya que salvo raras excepciones el crecimiento de la población humana supera al que se observa en los ganados.

Las razones de un desarrollo tan lento de la producción lechera en estos lugares son tantas y tan amplias, como las distancias que separan a América Latina de Asia. Desde las tradiciones y creencias religiosas del hombre hasta la naturaleza han contribuido a frenar el desarrollo lechero, situación que se hace día a día más impostergable su superación.

El desenvolvimiento del ganado lechero en Asia y Africa difiere del que ha ocurrido en América Latina. En Asia y especialmente en Africa la leche se ha obtenido a través del Zebú representado por un número extremadamente variado de tipos. En América Latina, en cambio, se han hecho grandes desembolsos de dinero en la introducción de razas de origen europeo, echándose al olvido la mayoría de las veces los tipos autóctonos, los que en algunos casos son de auténtico valor, De Alba (2, 3, 6), Joshi y Phillips (41) y Phillips (67).

En muchas ocasiones la diferencia de habitat ha sido de poca magnitud y estas importaciones han permitido ahorrar muchos años de selección. Estas situaciones han ocurrido en general a alturas superiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar. En regiones más bajas, sin

embargo, ha sido corriente el olvido de factores íntimamente ligados al concepto de resistencia a condiciones tropicales, como resistencia al calor, humedad, ectoparásitos, endoparásitos, enfermedades y adaptación al pastoreo en el trópico. Ha sido muy frecuente observar el exterminio de poblaciones de animales autóctonos y su reemplazo por razas foraneas las que no han podido mantener las producciones de sus estirpes en países templados y han degenerado por su inadaptación.

Como respuesta a esta situación se han iniciado en diferentes lugares del mundo distintos programas, los que en síntesis han seguido dos líneas de acción:

1. Mejoramientos de tipos autóctonos a través de la selección.
2. Cruzamiento de estas razas adaptadas al trópico con razas europeas de mayor productividad.

Decidir cual es el mejor camino, es aún prematuro, ya que la información con que se cuenta del valor productivo de las razas nativas del trópico se desconoce en gran parte y la poca información existente es a menudo difícil de interpretar, desde el momento que las condiciones ambientales varían de una estación experimental a otra y los cambios en el manejo no son poco frecuentes.

Los aumentos en producción logrados a través de los cruzamientos, entusiasman muchas veces por el corto tiempo en que se logran. Esta es, sin embargo, un arma de doble filo, que es necesario usarla con cautela, ya que no siempre la adaptación al trópico y la producción, se combinan en la forma que el hombre lo desea. Es indudable que en lugares donde la producción sea muy baja y la calidad del ganado nativo pobre, los cruzamientos sean probablemente el medio adecuado, pero

la selección aunque mucho más lenta, es tal vez un medio más racional de combinar el mejoramiento genético con el del medio en que los animales viven, manteniéndose en estos intacta su resistencia al trópico.

La decisión final parece encontrarse en el nivel inicial de producción de los diferentes tipos autóctonos, las condiciones ambientales y otros factores económicos.

El progreso que es posible obtener a través de la selección, como lo establece Lush (45), es el resultado combinado de tres factores esenciales. Estos son, la capacidad real de transmisión de las características que se desea seleccionar, la variabilidad genética de la población y la intensidad con que se seleccione. Para que estos factores puedan utilizarse eficientemente es importante el conocimiento de correlaciones fenotípicas y genéticas de los caracteres sometidos a estudio, el índice de herencia de cada carácter y la importancia económica de estos.

¿Cuales de estas herramientas útiles en la selección se conocen o se tienen en el ganado que vive en regiones tropicales?

Lo único que se posee en el momento actual es la variabilidad genética, aunque ella sea muchas veces a un nivel de producción muy bajo. Importación de conocimientos útiles en la selección desde regiones templadas, puede ser una ayuda valiosa aunque no menos peligrosa, ya que la cría del bovino de leche en el trópico presenta factores muy peculiares a la raza y al medio en que se encuentre.

Estudios en este sentido son cada vez más frecuentes. Sin embargo, el escaso número de animales considerados en los cálculos, la falta de información adecuada de criadores particulares, características

peculiares de los animales y otros factores, hacen a estos trabajos aparecer solo como las primeras luces en un campo muy amplio, que hasta hace poco más de una década se desconocía.

Los objetivos de este trabajo han sido:

1. Estimar el efecto que tienen sobre la producción de leche, largo de lactancia y porcentaje de grasa, los siguientes factores:
 - a. Edad de los individuos
 - b. Edad al primer parto
 - c. Período de servicio
 - d. Período seco
 - e. Epoca del año
2. Estimar el índice de herencia y de constancia para producción de leche, largo de lactancia y porcentaje de grasa.
3. Estimar el mejoramiento anual genético alcanzado en estos tres caracteres a través de la selección practicada desde 1950 a 1964.
4. Averiguar el cambio ocurrido en otros factores asociados con producción de leche, y el grado en que se pueden acelerar los beneficios de la selección.

En este estudio se dio especial énfasis al criollo lechero tropical del IICA en Turrialba, utilizándose a la raza Jersey de este mismo lugar como comparador. A través de este análisis se ha pretendido evaluar el progreso alcanzado hasta el momento y con la información obtenida tratar de afinar los sistemas de mejoramiento utilizados.



Foto 1. Grupo de vacas Criollas en la hacienda "San Martín" en Rivas, Nicaragua.

REVISION DE LITERATURA

La literatura de factores ambientales y genéticos que afectan la producción de leche y grasa en zonas templadas, es extremadamente nutrida. Estos mismos fenómenos en ganado de trópico recién empiezan a comprenderse. El propósito fundamental de esta revisión, será por tanto resumir algunos de los resultados que se han obtenido en regiones tropicales y compararlos, cuando ello se justifique, con lo obtenido en países de clima templado.

I. Características de producción del ganado lechero en el trópico

A. Producción de leche

La reacción de cualquier animal a un estímulo del ambiente, repercute sobre la eficiencia de producción de ese animal. El grado en que estos cambios en ambiente afectan no solo debe mirarse a través de interacciones genético ambientales de los individuos en particular, sino que también puede observarse al nivel de razas. Esto ha sido reconocido casi por unanimidad por diferentes autores (2, 5, 6, 15, 48, 63) y está íntimamente relacionado con características anatómicas y fisiológicas desarrolladas como consecuencia de la selección natural.

Al transplantar de ambiente las razas, algunas de estas se comportan mejor que otras y el éxito de su adaptación se refleja en su habilidad para crecer, reproducirse regularmente y producir, leche, carne o grasa. Varios trabajos se han hecho para confirmar esto, sin embargo, tal vez el más fácil de interpretar por la identidad de genotipos de los animales usados son los de Hancock y Payne (35, 67). Estos autores utilizando ocho pares de gemelos idénticos ubicando un grupo en Nueva

Zelandia (templado) y el otro en las islas Fiji (tropical) encontraron una superioridad promedia de los animales en clima templado de 44% para producción de leche y 56% para Kg de grasa. Estas diferencias son grandes pero, también se demostró una gran variación entre individuos.

Este trabajo fue hecho con razas de origen europeo (Jersey).

Desde ese momento asalta una nueva duda. ¿Pueden las razas nativas del trópico eliminar o aminorar este efecto del medio? La respuesta aunque importante, pierde interés si se considera que en el medio tropical, en la mayoría de los casos las razas europeas superan a las nativas en producción de leche.

El productor de leche del trópico, debe decidir frecuentemente hasta que punto le es beneficioso sacrificar adaptación por kilos de leche. El Cuadro 1 da una idea general del nivel productivo de algunos tipos nativos de Asia, Africa y América Latina. Las producciones que se dan, en muchos casos son incompletas y de dudosa representación, ya que ocurren frecuentes problemas de ordeños incompletos por el temperamento de los animales.

La impresión que causan las producciones anotadas, si se comparan con las que se obtienen en países templados, en la mayoría de los casos son desalentadoras. Existen sin embargo, razas que dentro de este panorama demuestran ser un buen material, que ya se encuentra adelante de la media considerablemente.

El Sahiwal dentro de las razas Zebú, parece la más productora y la que más atención ha recibido por parte de las estaciones experimentales de la India. Mahadevan (59), informa de producciones diarias de 2,7 a 5,5 Kg diarios de leche en hatos fundadores de esta raza. Las otras

CUADRO 1. Producción de leche y largo de lactancia de algunos hatos de razas nativas del trópico.

Raza	Producción de leche	Largo de lactancia	Autor y lugar
	Kg	días	
Butana	1.422 ± 777**	253 ± 103	ALIM 1962 (9) Sudán
Kenana	1.308 ± 588	244 ± 85	ALIM 1960 (8) Sudán
Shorthorn Zebú	953(41 c.v.)***	259(21 c.v.)	MARPLES 1964 (62) Entebbe, Uganda
Zebú del este de Africa	708(40 c.v.)	239(24 c.v.)	GALUKANDE et al 1962 (32) Baraton, Maseno y Sangalo, Kenya
Zebú del este de Africa x Sahiwal	1.292(30 c.v.)	283(18 c.v.)	MAHADEVAN Y GALUKANDE 1962 (60) Baraton, Maseno y Sangalo, Kenya
Nganda	878(42 c.v.)	267(18 c.v.)	MAHADEVAN Y MARPLES 1961 (61) Entebbe, Uganda
Sinhala	364*(39 c.v.)	233	MAHADEVAN 1953 (55) Ceilán
Criollo	1.719 ± 24,7	260,0 ± 2,9	BODISCO et al. 1962 (14) Río Limón, Venezuela
Criollo	2.117 ± 41,0	260,7 ± 2,7	RIOS Y BODISCO 1962 (73) Centro de Investigaciones Agronómicas, Venezuela
Nguni	364*	197	BROWN 1961 (18) Mpsisi, India
Jamaica Hope	3.218	---	JAMAICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA 1959 (39) Bodles, Jamaica
Sahiwal	937 ± 66,51	230 ± 4,43	LEON Y RIGOR 1957 (43) Alabang, Filipinas
Sahiwal	1.729 ± 27	299 ± 4,80	SINGH Y DUTT (81) Mathura, India
Gir	1.731 ± 669.5	247 ± 80,00	CORREA (25) Uberaba, Brasil
Red Sindhi	1.402	---	JOSHI Y PHILLIPS (42) Allahabad, India

* El ordeño de estos animales se hizo con becerro, en otros casos no se da información a este respecto, para razas Zebú. Se sabe que el Jamaica Hope y el Criollo fue ordeñado sin ternero.

** Desviación estandard.

*** Coeficiente de variación.

razas han recibido menos atención aún cuando el Red Sindhi, según el mismo autor ha alcanzado promedios cercanos a los 2.000 Kg por lactancia. Estas dos razas se han utilizado en diferentes partes del mundo en programas de selección y cruzamientos.

Las informaciones de producción, son increíblemente difíciles de obtener y en muchos casos dejan que desear, por lo incompleto en que son presentadas. Mas aún, es común encontrarse con casos en que el número de vacas en el hato y el número de lactancias consideradas no corresponden, lo que indica claramente que esos promedios fueron obtenidos con muestras seleccionadas.

En América Latina la situación es aún más confusa, aún cuando el valor inicial de las razas autóctonas supera en muchos casos a los tipos de Zebú con que se trabaja en otros lugares. Las descripciones de de Alba (2, 3, 6), del criollo lechero tropical, el Blanco Orejinegro de Colombia y el Caracú de Brasil, llegan a entusiasmar. Sólo se conocen producciones del Criollo, por trabajos planificados que se llevan a cabo en Venezuela y Turrialba, sin embargo producciones de 3.547 Kg con el becerro al lado de 7 A.M. a 2 P.M. de una vaca de la raza Caracú y las progenies de un toro de esta misma raza "Soberbo", con hijas que en promedio sobrepasaron en su primer parto los 2.000 Kg, son producciones aunque aisladas muy promisorias que traen consigo menos problemas de precocidad y mansedumbre que el Zebú.

La raza obtenida en Jamaica (39), a través de cruzamientos de Sahiwal (3/8) y Jersey (5/8), debe considerársele, sin embargo, como el mayor éxito obtenido hasta el momento en el trópico, por su producción de leche.

Esto ha inducido en algunos lugares a obtener combinaciones similares. En India (38), en el Instituto de Agricultura de Allahabad, se continúan trabajos de cruzamientos para producir una nueva raza en el trópico, el "Jersind" (aprox. $3/8$ Jersey y $5/8$ Red Sindhi). También en Ceylán (24), en Tamankaduwa, se inició un programa de cruzamientos similares a los del Jamaica Hope, para lo cual se están usando 1000 vacas Sinhala y 9 toros Jersey importados.

B. Largo de lactancia

El largo de lactancia en razas nativas tropicales es en general más corto que en ganado europeo, donde la mayoría de las lactancias tienen un largo de 305 días. En el Cuadro 1 puede verse además que tanto la producción de leche como largo de lactancia muestran una variación casi el doble que en países templados. Encontrar coeficientes de variación (producción de leche) de 40%, es corriente en el trópico, considerándose 20% como lo normal en países templados.

El largo de lactancia está estrechamente relacionado con la producción de leche. Los valores encontrados ^{de qué?} por Mahadevan (54, 55), para ganado Sinhala en Ceylan ha sido de 0,44 y en Red Sindhi y diferentes razas europeas también en Ceylan de 0,60 y 0,50 respectivamente (50,61). El mismo autor en cruzamientos de razas europeas por Red Sindhi en India (56) obtuvo coeficientes cercanos a 0,50. Valores muy semejantes son mencionados por Alim (8, 9), quien encontró una correlación de 0,87 en Kenana y Butana y Galukande et al. (32), de 0,68 a 0,81 en Zebú del este de Africa.

Mahadevan (59), considera que estas cifras demuestran que las altas correlaciones observadas en países tropicales no es una

característica del ganado Zebú, sino que es común a toda raza en condiciones tropicales sean éstas europeas o nó.

C. Porcentaje de grasa

El porcentaje de grasa en razas nativas parece ser en general más alto que en razas de origen europeo.

El alto contenido de grasa encontrado en la leche de vacas nativas, que también se ha observado en el ganado criollo lechero (7), es posible que esté relacionado con los niveles relativamente bajos de producción de leche de estos ganados. No obstante, ningún estudio se ha hecho, para dilucidar las relaciones genéticas entre porcentaje de grasa y producción de leche en estos lugares.

Algunos de los datos existentes de porcentaje de grasa en razas nativas son dados por Mahadevan (59), los que varían de 5,2 a 5,3 en el Sahiwal de 4,6 a 5,0 en Red Sindhi, de 4,6 a 4,9 en Hariana y de 4,0 a 4,5 en Tharparkar.

II. Fertilidad y mortalidad del ganado lechero en el trópico

Una baja fertilidad y una alta mortalidad, desde un punto de vista económico, son aspectos tan importantes como la producción de una lactancia en la explotación de ganado lechero. Tienen un reflejo directo sobre la productividad de un rebaño y reducen las posibilidades de selección. Esto adquiere más importancia en bovinos, que es una especie que se reproduce lentamente alcanzando su máxima expresión en climas adversos.

Esta es la principal razón por la cual al calificar una raza en un medio dado, nunca debe olvidarse los problemas reproductivos que con

frecuencia son los más sensibles a los efectos climáticos.

En el Cuadro 2 se muestra el comportamiento en intervalo entre partos, número de servicios por preñez y período de servicio de algunas razas europeas y nativas del trópico.

CUADRO 2. Algunas medidas de fertilidad de razas nativas y europeas en el trópico.

RAZA	Medidas de fertilidad	AUTORES
<u>Razas Nativas</u>		
Nganda	420 (21 c.v.) (I.E.P.)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Entebbe, Uganda
Shorthorn Zebú	393 (15 c.v.) (I.E.P.)	Marples 1964 (62) Entebbe, Uganda
Zebú del este de Africa	362 (19 c.v.) (I.E.P.)	Galukande et al. 1962 (32) Baraton, Maseno y Sangalo, Uganda
Zebú del este de Africa	368 (I.E.P.)	Williams y Bunge 1950 (93) Serere, Uganda
Sinhala	355 (I.E.P.)	Mahadevan 1953 (54) Ceylan
Red Sindhi	433 (28 c.v.) (I.E.P.)	Mahadevan 1955 (57) Ceylan
Kenana	395 ± 4,30 (I.E.P.)	Alim 1960 (8), Sudán
Butana	416 ± 9,00	Alim 1962 (9), Sudán
Sahiwal	126 ± 6,00 (P.S.)	Singh y Dutt 1963 (81) Mathura, India
Sahiwal	439 ± 9,03 (I.E.P.)	Rigor, León y Silverio 1959 (72) Alabang, Filipinas
Thaparkar	733 ± 158 (I.E.P.)	Agcanas, Rigor y Adan 1955 (1) Pangasinan, Filipinas

Cont. Cuadro 2

RAZA	Medidas de fertilidad	AUTORES
Red Sindhi	685 ± 42 (I.E.P.)	Agcanas, Rigor y Adan 1955 (1) Pangasinan, Filipinas
Criollo	415 ± 3,00 (I.E.P.)	Bodisco y Mazzari 1962 (12) Centro de Investigaciones Agronómicas, Venezuela
Criollo	372 ± 3,50 (I.E.P.)	Bodisco et al. 1962 (14) Río Limón, Venezuela
Jamaica Hope	453 (I.E.P.)	Jamaica, Ministerio de Agricultura 1959 (39) Bodles, Jamaica
<u>Razas europeas en el trópico</u>		
Holstein	531 ± 27,00 (I.E.P.)	Carneiro, Brown y Pompeu 1957 (21) Pedro Leopoldo, Brasil
Brown Swiss	468 ± 6,00 (I.E.P.)	Carneiro, Brown y Pompeu 1957 (21) Pedro Leopoldo, Brasil
Guernsey	438 ± 15,00 (I.E.P.)	Carneiro, Brown y Pompeu 1957 (21) Pedro Leopoldo, Brasil
Jersey	420 ± 12,00 (I.E.P.)	Carneiro, Brown y Pompeu 1957 (21) Pedro Leopoldo, Brasil
Brown Swiss	465 ± 38,20 (I.E.P.)	Ríos y Bodisco 1962 (73) Centro de Investigaciones Agronómicas, Venezuela
Brown Swiss	405 ± 19,10 (I.E.P.)	Bodisco y Ríos 1962 (13) Caracas, Venezuela
Holstein	150 ± 131,08 (P. S.)	Narváez 1949 (65) Panamá, Panamá
Jersey	105 ± 92,70 (P. S.)	Narváez 1949 (65) Panamá, Panamá
Holstein	3,84 ± 0,63 (N.S.P.)	Carmo y Batista 1961 (20) Río de Janeiro, Brasil

I.E.P. Intervalo entre partos.

P.S. Período de servicio

N.S.P. Número de saltos por preñez

Una ayuda para interpretar este cuadro lo constituyen los niveles presentados por de Alba (5) para calificar la eficiencia reproductiva en el ganado lechero, a través de, número de servicios por preñez, intervalos entre partos, natimortos, abortos, esterilidad en vacas, mortalidad antes de la edad reproductiva y disponibilidad anual de hembras para repuesto.

La primera impresión al revisar las cifras presentadas en el Cuadro 2, es que el ganado de origen europeo en el trópico presenta problemas de fertilidad, en contraste con lo que ocurre en razas autóctonas.

Analizándose más en detalle las variaciones que se presenta dentro de las razas nativas, son precisamente las razas más productoras las que más largo tienen los intervalos entre partos. En esta aseveración deben excluirse al Criollo y los intervalos excesivamente largos del Red Sindhi y Tharparkar obtenidos en Filipinas, que hacen sospechar de algún problema ajeno al de adaptación.

La raza Jamaica Hope considerada, anteriormente como la más productiva, en el trópico, a la luz de estas cifras, debe considerársele también como poco fértil.

En las razas europeas en el trópico las cifras indican una tendencia muy similar, aunque a un nivel de producción más alto, pero también a un nivel reproductivo mucho más bajo.

En Venezuela se han hecho comparaciones muy interesantes del valor para esa zona de la raza Brown Swiss y Criollo. Ríos y Bodisco (73) comparando estas razas obtuvieron producciones medias de leche para el Brown Swiss de 3.520 Kg y para el Criollo de 2.173 Kg. Las diferencias

en producción son grandes, pero también lo son los 50 días de diferencia de los intervalos entre partos.

Bodisco y Mazzari (12), obtienen en este mismo lugar y con las mismas razas un porcentaje de abortos de 3,8% y 1,1% de natimortos para el Criollo y de 11,2% y 7,1% respectivamente para el Suizo. El panorama se completa con los resultados de Bodisco y Carnevali (11) quienes obtuvieron una mortalidad total de becerros de 17,3% en el Criollo y 34,11% para el Brown Swiss.

Estas cifras se ven confirmadas por resultados obtenidos en otros lugares. Carneiro y Lush (22) encontraron que sólo del 50 a 60% de los becerros Pardo Suizos llegaban a los 2 años y concuerdan con las obtenidas por Williams y Bunge (93) de 18% y las de Wilson de 13,9% (94) para ganados nativos de otras regiones de Africa.

Carmo y Batista (20), en vacas Holstein donde el 45% de los animales producían más de 3.000 Kg, los saltos por preñez variaban de 8,20 en el mes más adverso a 2,32 en el más propicio.

Esta es la situación actual en el trópico. Si se considera que producciones de más de 2.000 Kg por lactancia se pueden considerar como buenas en regiones bajas del trópico, entonces el Criollo por su fertilidad y el Jamaica Hope por su producción de leche, serán las que más se acercan a ese ideal.

Mejorar esta situación es una tarea bastante difícil. La selección puede actuar, pero siempre que el carácter sobre el cual se seleccione se herede en cierto porcentaje. En tales circunstancias la selección por fertilidad presenta perspectivas muy relativas, ya que los índices de herencia obtenidos para este carácter en regiones templadas son cercanos a 0 (5, 41,74).

Estimaciones semejantes en el trópico mantienen una tendencia muy similar (32, 57, 58, 60, 61, 62). El único valor alto encontrado, es el de Stonaker (85), de poca seguridad en todo caso, por sus amplios límites de confianza ($0,88 \pm 0,46$).

III. Factores no hereditarios que influyen en la producción de leche

La capacidad de producir leche de un individuo, depende de numerosos procesos fisiológicos del cuerpo del animal y la mayoría de esos procesos, están probablemente controlados por muchos genes. Aun más, una gran variedad de factores ambientales influyen la manifestación de estos caracteres, los cuales son de naturaleza típicamente cuantitativa. Por esta razón, el clásico procedimiento mendeliano no es aplicable y es necesario recurrir a métodos biométricos para estimar la importancia relativa de las diferentes fuentes de variación genéticas y ambientales.

Al respecto Lush y Shrode (47), establecen que el objetivo básico de los factores de corrección es remover las diferencias fenotípicas ocurridas por factores ambientales diferentes. Sin embargo, las causas de variaciones genéticas y ambientales, se encuentran comúnmente confundidas, especialmente en los datos no experimentales, por lo que es casi imposible separar los efectos de uno de ellos, claramente. Siendo estas correcciones necesarias, su aplicación en forma desmedida puede viciar más la información en vez de aumentar la precisión y confianza en ella, Páez (66).

Elston (29), dice que la mayor influencia sobre producción de leche

la ejercen la edad del animal, el período de servicio, período seco y edad al primer parto, siendo el aumento en edad de los animales el que en general muestra mayor peso por lo que su efecto es el que con más frecuencia se corrige.

A. Edad del animal

Muchos trabajos se han hecho acerca del procedimiento para corregir por edad (37, 52, 77).

El primer método fue desarrollado por Gowen citado por Sanders (77) y consiste en establecer factores de corrección comparando todos los records disponibles en los diferentes grupos de edades.

Este método fue criticado por Sanders (77), quien establece que en ese caso no se comparan necesariamente lactancias de la misma vaca, introduciéndose errores asociados con la selección. El autor desarrolló el método de "comparaciones pareadas".

Lush y Shrode (47) demuestran que también por este procedimiento se cometen errores, ya que las malas productoras, se eliminan a edades tempranas y por tanto las más viejas tendrán en mayor proporción vacas buenas productoras que las más jóvenes. De esta manera la regresión sobre todos los datos disponibles en cada edad, no mostrarían sólo los efectos de la edad sino que también los de la selección.

Estos mismos autores (47) establecen que el tamaño del error dependerá del grado de selección y del índice de constancia. Ellos agregan que si la mayor parte de las eliminaciones son hechas por razones ajenas a la producción y el índice de constancia es superior a 0,5 el error cometido sería mayor en el método de Gowen que en el de Sanders.

Para reducir estos errores, Mahadevan (52) propone multiplicar el primer record de cada par que se compara por la diferencia en producción entre los datos antes y después de la selección, por el índice de constancia.

Sin embargo, Lush y Shrode (47) establecen que aún tomándose todas las precauciones posibles, es indiscutible que los animales varían en su rapidez de madurez para producción de leche. Por tanto los factores de corrección subestimarían algunos individuos y sobreestimarían a otros y esto no puede ser totalmente evitado aunque se comparen individuos de las mismas edades.

Johansson (48), considera que cualquier método que se emplee puede ser objetado. Sin embargo, afirma que las correcciones a edad madura provocan mucho más errores que estas mismas a primer parto.

La variación de producción con la edad muestra algunas peculiaridades en el trópico.

Se ha encontrado que en países de clima templado las vacas aumentan hasta el 5^o o 6^o parto (5, 71) y que este aumento es responsable del 20 al 30% de la variación en la producción de leche de una vaca en su vida (41).

El aumento de producción en el ganado tropical, es sin embargo, mucho menos fuerte (8, 51, 58, 59), produciéndose en general hasta el 3^o o 4^o parto en las razas nativas y hasta el 3^o en razas europeas.

Las razones de este fenómeno parecen ser la avanzada edad al primer parto que caracteriza a los ganados Zebú y los intervalos entre parto muy largos que se observan en las razas europeas.

Sean estas o nó, las verdaderas causas de este fenómeno, es

definitivo que tablas para corregir por edad en países templados, son inaplicables para hatos que se encuentran en el trópico.

B. Período de servicio

Estudios del efecto que tiene el tiempo en que la vaca permanece sin cargarse sobre la producción de leche es muy nutrida en países templados (52, 76, 82, 88) y guardando las relaciones también lo es en el trópico (9, 26, 57, 61, 62, 80).

Salvo algunas excepciones esta variable ha mostrado poseer cierta influencia en la producción de leche en ganado europeo. Tablas que indican el efecto de esta, pueden encontrarse en de Alba (5) y Sanders (78).

En el trópico sin embargo, la regla general parece ser que su influencia sea despreciable, ya que sólo Mahadevan y Marples (61) y Alim (9) han encontrado cierto efecto.

Smith y Legates (82), opinan que la relación existente entre los primeros 305 días de producción y el período de servicio, pueden explicarse por la influencia que la gestación ejercería sobre la producción de leche. Estos autores demuestran esta aseveración al no encontrar relación entre esta variable y los primeros 90 días de producción.

C. Período seco

El grado en que el período seco influencia la producción de leche está determinado por su largo y la alimentación de las vacas al preñarse. Por esta razón es difícil establecer ideas generalizadas al respecto, aún cuando en países templados se considera como adecuados descansos de 50 a 60 días en promedio. Sanders (78) propone una tabla

para corregir producción de leche por período seco. En el trópico se ha intentado establecer su efecto, sin embargo la determinación exacta de su acción es muy complicada, variando mucho los resultados de acuerdo al método empleado para detectar el efecto.

Por las condiciones de alimentación en general más precaria en el trópico parece tener el período seco un efecto más pronunciado que en climas más benignos.

Wilson y Houghton (95) en un hato Holstein-Zebú en Trinidad obtuvieron una depresión en la producción de leche de la segunda lactancia, siendo este efecto mucho más marcado en vacas de alta producción, las que rebajaron en 25% su producción en el segundo parto en comparación con las de nivel productivo más bajo que rebajaron sólo 8,5%. Los autores establecen que en la mayoría de los casos este descenso estaba relacionado con un período seco corto. El largo promedio del período seco para todo el hato fue de 96 días.

Lecky citado por Wilson y Houghton (95) en análisis hechos en ganado Fulani en Nigeria y Jamaica Hope, encontró correlaciones entre lactancias alternativas superiores a las sucesivas, lo que hace sospechar que en el trópico el efecto del período seco puede ser mucho mayor que en lugares donde la alimentación es superior.

D. Edad al primer parto

El estado en que el animal pare por primera vez tiene cierta influencia sobre la producción de la primera lactancia.

Miller y McGilliard (64) a través de coeficientes de regresiones parciales demuestran que es el peso y no la edad lo que más influencia

la producción en la primera lactancia. Estos mismos autores agregan que el efecto no es muy grande, en todo caso.

Gethin (33), en una extensa revisión de literatura hasta 1950, concluye que aún cuando la producción baja al preñarse un animal muy joven, económicamente es conveniente por obtenerse a la larga una mayor producción vital.

En trabajos hechos en el trópico con Zebú (9, 26, 57, 61, 62, 81), no se ha encontrado relación entre esta variable y producción de leche. La razón es obvia ya que el ganado Zebú es por naturaleza muy poco precoz. Los promedios de edad al primer parto son de 36 a 48 meses, aproximadamente 6 a 12 meses sobre el promedio normal de las vacas europeas. Tal vez la única excepción a esto lo constituye el Sinhala de Ceylan el cual según Mahadevan (55), las vaquillas pueden ser cargadas a los 18 meses.

IV. Algunos conceptos genéticos en la producción de leche

A. Indice de herencia

Parte de la variación que ocurre en la manifestación de cualquier carácter, proviene en parte de diferencias genéticas entre los individuos. La proporción de esta, con respecto a la variación total, se conoce como índice de herencia.

En un sentido estricto, Lush (45) la define como la proporción de la variación total debida a factores genéticos aditivos; en un sentido amplio la definición incluye variación genética aditiva y no aditiva.

Desde el momento que animales emparentados, tienen un proporción de genes en común, la covarianza entre sus records puede usarse para

estimar la variación genética y el índice de herencia.

Existen muchos caminos para estimar el índice de herencia, pero los más usados en producción de leche son:

1. Gemelos idénticos
2. Correlación de medias hermanas paternas
3. Regresión intra toro.

Los gemelos idénticos son considerados como individuos de genotipos iguales, por tanto, la covarianza entre sus records es un estimador de la variación genética. El índice de herencia estimado a través de este método debe considerarse por consiguiente, en un sentido amplio, es decir que incluye la variación genética aditiva como la no aditiva.

Según Searle (79) las estimaciones por este método acarrear consigo ciertos errores, por ser poco el número de gemelos con que se cuenta y por ser el medio ambiente común, pre y post natal, mucho más parecido que en cualquier otro caso. Estos factores harían subir la estimación.

Otro método para estimar el índice de herencia es por medio de correlaciones de medias hermanas paternas. En este caso se asume que las hijas de un mismo toro tienen en promedio, 25% de sus genes en común. La correlación intra toro de los records de individuos unidos por este tipo de lazos de parentezco al multiplicarse por 4, estiman por tanto el índice de herencia en el sentido estricto (30).

El método más usado en la estimación de índice de herencia en producción de leche, es el de regresión intra toro. En este caso se considera que las hijas reciben de sus madres al azar la mitad de sus genes, por lo que la covarianza entre las producciones de madres e hijas

estiman la mitad de la variación genética aditiva. Este tipo de estimaciones incluye efectos epistáticos e interacciones génicas, pero, como es demostrado por Freeman y Henderson (31), dicho efecto es pequeño.

Las ventajas de este método sobre los anteriores es resumida por Madden (51) en los siguientes puntos.

1. Las desviaciones debido a dominancia de madres e hijas no se encuentran correlacionadas y por tanto no se incluyen en la regresión intra toro de madres sobre hijas.
2. Las correlaciones ambientales son menos probables de ser incluidas en las regresiones de madre hija que en regresiones y correlaciones de individuos contemporáneos.
3. Los errores de muestreo son menos importantes en correlaciones entre individuos emparentados estrechamente que entre individuos con menos porcentaje de genes en común. Esto se debe a que en este caso el error sólo se multiplica por 2 en vez de 4 en correlaciones entre medias hermanas paternas.
4. Cambios en manejo del hato se eliminan a través de las regresiones intra toro. Este punto es importante solo si los toros son usados en un período corto.

Estimaciones de índices de herencia son muy numerosas en distintas razas europeas tanto para leche, grasa, como largo de lactancia. Los valores que se dan para producción de leche oscilan bastante, pero existe consenso unánime que estas estimaciones en general se encuentran entre 0,20 y 0,30. En el Cuadro 3 se indican algunos valores obtenidos en el trópico.

CUADRO 3. Algunos índices de herencia para producción de leche, grasa y largo de lactancia obtenidos en el trópico.

Raza	h^2	Carácter	Autor
Kenana	$0,24 \pm 0,25$	Leche	Alim 1960 (8) Sudán
Butana	$0,28 \pm 0,23$	Leche (1 record)	Alim 1962 (9) Sudán
	$0,30 \pm 0,29$	Leche (2 record)	Alim 1962 (9) Sudán
Zebú del este de Africa	$0,50 \pm 0,17$	Leche (primera lactancia)	Galukande et al. 1962 (32) Kenya
	$0,45 \pm 0,16$	Leche (4 primeros partos)	Galukande et al. 1962 (32) Kenya
	$0,47 \pm 0,12$	Leche (máximas producciones)	Galukande et al. 1962 (32) Kenya
	$0,47 \pm 0,20$	Largo de primeras lactancias)	Galukande et al. 1962 (32) Kenya
Cruzas	$0,24$	Leche	Lecky 1950 en (58) Jamaica
Nganda	$0,20 \pm 0,32$	Leche (primeras lactancias)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
	$0,23 \pm 0,25$	Leche (producciones diarias)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
	$0,24$	Leche (promedio 2 records)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
	$0,25$	Leche (promedio 3 records)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
	$0,26$	Leche (promedio 4 records)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
	$0,11 \pm 0,26$	Largo de primera lactancia)	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
Sahiwal x Zebú del este de Africa	$0,14 \pm 0,19$	Leche (primeras lactancias)	Mahadevan y Galukande 1962 (60) Kenya
	$0,24 \pm 0,21$	Leche (4 primeros partos)	Mahadevan, Galukande 1962 (60) Kenya
	$0,34 \pm 0,16$	Leche (máximas producciones)	Mahadevan y Galukande 1962 (60) Kenya
	$0,07 \pm 0,18$	Largo de las 1 ^{as} lactancias	Mahadevan y Galukande 1962 (60) Kenya

Cont. Cuadro 3

Raza	h^2	Carácter	Autor
Varias razas europeas	0,18	Leche	Mahadevan 1957 (58) Ceylan
Cruzas	0,19	Leche	Mahadevan 1954 (56) India
Red Sindhi	0,14	Leche (primeras lactancias)	Mahadevan 1955 (57) Ceylan
Sahiwal	0,26	Leche	Patel 1956 en (59) Pakistán
Kankrej	0,20	Leche	Patel 1956 en (59) Pakistán
Nativo de Egipto	0,40	Leche	Ragab, Asker y Hilmy 1953 en (59) Egipto
Fulani	0,32	Leche (primeras lactancias)	Robertson 1950 en (58) Nigeria
Fulani	0,47	Leche (segundas lactancias)	Robertson 1950 en (59) Nigeria
Red Sindhi	0,25+0,28	Grasa	Stonaker 1953 (85) India
Europeo (templado)	0,2-0,3	Leche	Valores más frecuentes
	0,2-0,3	Grasa	
	- de 0,2	Largo de lactancia	

Los valores que se exponen, demuestran que por lo menos hasta el momento, no existen razones para suponer que el grado en que se hereda leche, grasa y largo de lactancia en el trópico difiera de lo que se considera normal en climas templados.

B. Indíces de constancia

La mayoría de las características de importancia económica en el ganado lechero como leche, grasa y largo de lactancia, varían en su

expresión fenotípica a lo largo de la vida del animal. El grado en que estas características varían es lo que mide el índice de constancia, o sea el grado de igualdad con que se expresa una medida fenotípica cuando hay oportunidad de expresiones repetidas durante la vida de un animal, de Alba (5).

El índice de constancia incluye por tanto la variación genética aditiva, no aditiva y los efectos ambientales que son permanentes para cada animal, pero diferentes de un animal a otro.

En el Cuadro 4 se indican algunos índices de constancia estimados en el trópico.

CUADRO 4. Algunos índices de constancia para producción de leche, grasa y largo de lactancia en el trópico.

RAZA	Índice de constancia	CARACTER	AUTOR
Kenana	0,43	Leche	Alim 1960 (8) Sudán
Butana	0,43	Leche	Alim 1962 (9) Sudán
Zebú del este de Africa	0,60	Leche	Galukande, et al. 1962 (32) Baraton, Kenya
	0,42	Largo de lactancia	Galukande, et al. 1962 (32) Baraton, Kenya
	0,61	Leche	Galukande, et al. 1962 (32) Maseno, Kenya
	0,34	Largo de lactancia	Galukande et al. 1962 (32) Maseno, Kenya
	0,56	Leche	Galukande et al. 1962 (32) Sangalo, Kenya
	0,27	Largo de lactancia	Galukande et al. 1962 (32) Sangalo, Kenya

Cont. Cuadro 4.

RAZA	Indice de constancia	CARACTER	AUTOR
Sahiwal x Zebú del este de Africa	0,65	Leche	Mahadevan y Galukande 1962 (60) Kenya
	0,33	Largo de lactancia	Mahadevan y Galukande 1962 (60) Kenya
Nganda	0,62	Leche	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
	0,42	Largo de lactancia	Mahadevan y Marples 1961 (61) Uganda
Red Sindhi	0,46	Leche	Mahadevan 1955 (57) Ceylán
	0,18	Largo de lactancia	Mahadevan 1955 (57) Ceylán
Varias razas europeas	0,51	Leche	Mahadevan 1957 (58) Ceylán
	0,40	Producción diaria	Mahadevan 1957 (58) Ceylán
	0,27	Largo de lactancia	Mahadevan 1957 (58) Ceylán
Shorthorn	0,64	Leche	Marples 1964 (62) Uganda
Zebú	0,51	Largo de lactancia	Marples 1964 (62) Uganda
Sinhala	0,46	Leche	Mahadevan 1953 (53) Ceylán

Los índices de constancia presentados son bastante elevados y se parecen a estimaciones semejantes hechas en climas templados.

C. Mejoramiento anual genético

El objetivo primordial de la selección, es cambiar la composición genética de una población aumentando la proporción de genotipos deseables a expensas de los indeseables.

En consecuencia el éxito que se pueda obtener, depende primero de la seguridad con que el criador decida, cuales animales deben reproducirse. Desde el momento que el comportamiento de una vaca depende en parte del ambiente en que se encuentra expuesta y en parte de su potencialidad innata, cualquier método para estimar el mejoramiento estará sujeto a algunos errores de equivocar el efecto ambiente con el efecto de los genes. En otras palabras la seguridad que se tenga en la selección de genotipos en base a su expresión fenotípica, será proporcional al índice de herencia de ese carácter.

El segundo factor que influye en el mejoramiento debido a la selección es la intensidad con que se aplique. El límite natural de la intensidad con que se selecciona será establecido en última instancia por la capacidad reproductiva de los animales si se desea mantener el número de estos en la población.

La medida más útil de la intensidad de selección la constituye el diferencial de selección que es la superioridad promedia de los padres seleccionados, sobre el promedio del grupo del cual se selecciona para ese carácter (5).

Con el conocimiento de la seguridad con que se selecciona y la intensidad con que se ha practicado, es posible medir los cambios genéticos que han ocurrido en cada generación. Sin embargo una expresión de este tipo sólo será útil cuando no exista traslape de generaciones. Esto nunca se logra en la práctica y en consecuencia es necesario estimar el mejoramiento genético por año, más que por generación. Para esto se necesita conocer el intervalo entre generaciones, que es la edad promedia de los padres cuando su descendencia ha nacido.

Uno de los problemas más difíciles que afrontan los programas de selección en producción de leche es evaluar los resultados de un plan de cría.

Para lograrlo, se han desarrollado algunos métodos, de los cuales los más usados han sido el de "máxima probabilidad", Henderson (36) y el propuesto por Rendel y Robertson (69).

El primero de estos métodos consiste en síntesis en estimar los factores ambientales a través de la medición de la variación ocurrida en las vacas durante su vida y en los records de sus medias hermanas contemporáneas a través de un número de años.

El método propuesto por Rendel y Robertson, es sin duda el que más se ha usado en la estimación de las ganancias alcanzadas a través de la selección en hatos que se encuentran en el trópico.

Este método se adapta para estimar mejoramiento genético en hatos cerrados, ajustándose el procedimiento a un rebaño de más o menos 100 vacas, donde la prueba de progenie no se ha usado.

Partiendo de esta base, el diferencial de selección sólo se obtiene a través de las hembras ya sea para producir hembras o machos. Los autores concluyen que el máximo mejoramiento que se puede esperar en teoría es de 1% anual en esas condiciones.

Specht y McGilliard (84), hacen un análisis muy interesante de las posibilidades de aumentar la producción a través de la selección en hatos de diferentes tamaños. Los autores afirman que con números inferiores a 100 vacas la prueba de progenie es menos eficiente para mejorar el valor genético del hato, que la selección de toros por la producción de sus madres, en cambio en hatos de 100 a 200 vacas la prueba de toros tendría ligeras ventajas sobre el método anterior.

Carter (23), en una extensa revisión de literatura compara las predicciones hechas con miras a la espectación que se puede tener en Estados Unidos a través del uso masivo de la prueba de pro genie. El autor considera que lo que se logre a través de esta debe encontrarse entre 1% propuesto por Lush y 1,7% anual, propuesto por Specht y McGuilliard. Cualquiera que sean las predicciones para el futuro, Arave, Laben y Meads (10) dicen que las estimaciones hechas en Estados Unidos, han sido muy variables yendo de -0,7% hasta 1,75% del promedio de la producción por año.

Algunos de los resultados de los intentos para medir el mejoramiento anual genético en el trópico se indican en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Algunas estimaciones de mejoramiento anual genético logrado a través de la selección en hatos cerrados de razas nativas del trópico.

Raza	Mejoramiento anual genético Kg	Porcentaje de aumento anual genético con relación a la producción promedio del hato	Autor
Butana	--	+ 0.70	Alim 1962 (9) Sudán
Kenana	--	+ 0.74	Alim 1960 (8) Sudán
Sinhala	--	+ 0.60	Mahadevan 1951 (54) Ceylán
Shorthorn Zebú	+ 3.31	+ 0.40	Marples 1964 (62) Entebbe, Uganda
Nganda	+ 0.77	+ 0.11	Mahadevan y Marples 1961 (61) Entebbe, Uganda
Zebú del este de Africa	+ 0.31	--	Galukande et al. 1962 (32) Baraton, Uganda
	+ 0.99	--	Galukande et al. 1962 (32) Maseno, Uganda
	- 0.23	--	Galukande et al. 1962 (32) Sangalo, Uganda
Red Sindhi (grasa)	--	0.30	Stonaker 1953 (85) India

Los resultados que se han obtenido a través de la selección son muy variables y en general el número de litros ganados por año es mínimo, debido especialmente al bajo nivel productivo de esos rebaños.



Tipos
de
ordeño usados
en
Turrialba

Foto 2. Ordeño con becerro que fue necesario continuar en Turrialba con muchas de las vacas importadas desde Nicaragua y Honduras.



Foto 3. Ordeño sin becerro practicado en todas las vacas nacidas en Turrialba.



Foto 4. Sala de ordeño mecánico del IICA que empezó a funcionar en 1962.

MATERIALES Y METODOS

I. Características del material usado

La información usada en este estudio procede de datos acumulados desde 1950 a 1964, de las razas criollo lechero tropical y Jersey. Se ha incluido en los cálculos al Jersey por el interés de comparar en diferentes aspectos al criollo con una raza de origen europeo y con características ya conocidas en la literatura.

La formación del hato criollo en Turrialba proviene de importaciones hechas desde Honduras y Nicaragua. Amplia información de las características, origen y localización de esta raza en América Latina, la proporcionan de Alba y Carrera (6).

Turrialba se encuentra a una altura de 602 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio es de 22,5°C con escasa fluctuación diaria y a lo largo del año. La precipitación promedio por año fluctúa alrededor de 2.600 mm. El mes más lluvioso es diciembre con 343,5 mm en promedio y los menos lluviosos febrero, marzo y abril con 142,6, 65,8 y 103,8 mm respectivamente. La humedad relativa promedio es de 86,94%, Budowski y Schreuder (19).

Uno de los problemas más difíciles de resolver, fue la decisión de lo que debería considerarse una lactancia normal en el criollo. El temperamento de algunos animales que retenían la leche y la forma caprichosa en que otras hacían el "apoyo", no sólo a través de una lactancia sino que también entre lactancias, obligó a decidir muchas veces de acuerdo a observaciones empíricas la inclusión o rechazo de las informaciones.

Para tomar la decisión del largo mínimo de una lactancia que se incluiría en los cálculos se dividió la población en cuartiles. Por este procedimiento se excluyeron todas aquellas lactancias con menos de 150 días que correspondió al cuartil 1.

En las vacas fundadoras fue común el ordeño con becerro y libertad de este con su madre alrededor de 10 horas diarias. En estos casos la lactancia se consideró multiplicando la producción de leche por dos.

Siguiendo este procedimiento el número de animales y lactancias incluidos y eliminados de los cálculos ocurrió para el Criollo en la forma en que se indica en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Número de animales y de lactancias incluidas y eliminadas.
(Criollo)

	Vacas incluidas	Vacas eliminadas	Total	
			Número de animales	Número de lactancias incluidas
Nacidas en Turrialba	134	58	192	337
Fundadoras (Número de parto conocido)	14	8	22	55
Fundadoras (Número de parto desconocido)	42	29	71	88
Total	190	95	285	480

En la raza Jersey de un total de 47 vacas nacidas en Turrialba, se eliminaron sólo 5 individuos de los cálculos y en las fundadoras igual número, por tanto fue posible considerar 57 animales y 201 lactancias.

Por ser el número de informaciones reducido se agregaron a las lactancias que finalizaron desde agosto de 1963, fecha en que se inició el trabajo, hasta octubre de 1964. En todos los casos se consideraron sólo los primeros 305 días de producción corregida a 4% de materia grasa.

El ordeño se hizo a mano y el control fue diario para todos los animales hasta 1962, fecha en que empezó a funcionar una sala de ordeño mecánico. Las vacas en estas últimas condiciones tuvieron pesadas de leche dos veces al mes. La determinación de grasa se hizo mensualmente siguiendo el procedimiento de Babcock.

Las vacas depende casi exclusivamente del pastoreo para llenar sus requisitos nutricionales, ya que los animales permanecen en potrero fuera de las horas de ordeño. El concentrado se proporciona a razón de 1 Kg por cada 4 Kg de leche, basada en la producción corregida a 4% de grasa, del mes anterior. El pasto que consumen los animales en el potrero son guinea (Panicum maximum), gordura (Melinis minutiflora), gamalote (Paspalum fasciculatum) y en menor grado pangola (Digitaria decumbens), siendo lo más frecuente el uso de elefante (Pennisetum purpureum) e imperial (Axonopus scoparius) como forraje de corte durante el ordeño. En las épocas secas se proporciona ensilaje de los pastos mencionados anteriormente.

La comparación de estas dos razas durante el período en estudio presenta algunas limitaciones, debido en parte a la mejor alimentación que se le proporcionó al Jersey hasta 1959, fecha hasta la cual se le manejó en los mejores potreros. Después de este período, las dos razas han sido manejadas en forma similar.

Debe hacerse mención también de la gran incidencia de mastitis, en los primeros años especialmente. Esta enfermedad aún cuando obligó a eliminar algunos animales y vició muchas lactancias influyó en igual forma en las dos razas.

II. Consanguinidad

El efecto depresivo que ocasiona el aumento de la consanguinidad en la producción de leche es muy variable y depende en algo grado de la población considerada. De Alba (5) cita algunos resultados obtenidos en la literatura los que varían de 24,5 Kgs a 100 Kgs.

El aumento en la consanguinidad estimada en el hato criollo de Turrialba se indica en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Aumento de la consanguinidad en el hato Criollo de Turrialba*

Año	Consanguinidad promedio	Número de vacas
1951	0	1
1952	0	3
1953	0	21
1954	0	27
1955	0	21
1956	1,03	24
1957	0	28
1958	3,92	23
1959	4,39	29
1960**	4,36	13

* Para el cálculo se ordenaron los animales de acuerdo al año en que nacieron, considerándose sólo vacas con una lactancia terminada.

** El valor del año 1960 sólo considera información hasta marzo de 1963.

La consanguinidad se calculó para cada individuo a través de la fórmula propuesta por Wright (96).

$$F_X = \Sigma [(1/2)^{n+n'+1}(1+F_A)]$$

La expresión en paréntesis se calculó por separado a través de los caminos que unían a los pares \underline{x} y al antecesor común. n y n' representan el número de generaciones desde el padre y la madre del individuo en cuestión a los antecesores comunes, cuyo coeficiente de consanguinidad se expresa a su vez por el valor F_A .

El aumento en la consanguinidad en el hato ha sido mínimo, razón por la cual su efecto se consideró nulo para cualquier cálculo. En el Cuadro 28 se indica el parentesco de los toros considerados en los cálculos.

III. Factores considerados para estimar efectos sobre producción de leche, porcentaje de grasa y largo de lactancia

Tanto en el Criollo como en el Jersey se estudió el efecto del período del año, edad al primer parto, período de servicio, período seco y edad del animal sobre la producción de leche, porcentaje de grasa y largo de lactancia dentro de cada raza y parto.

A. Período del año

Para estimar el efecto de los diferentes períodos del año, se le dividió a este en cuatro partes considerándose como principal criterio en esta división la pluviometría. La información se clasificó por tanto en la siguiente forma:

Período I : Febrero, marzo, abril (312 mm)

Período II : Mayo, junio, julio (790 mm)

Período III : Agosto, setiembre, octubre (699 mm)

Período IV : Noviembre, diciembre y enero (780 mm)

Por el número reducido de informaciones que dejaba algunas subclases vacías y por no conocerse el número exacto del parto en la mayor parte de las vacas fundadoras no fue posible estimar el efecto del período del año, número del parto y año con sus interacciones respectivas, a través de un sólo análisis de varianza. Para obviar este problema se hicieron, tanto para producción de leche y porcentaje de grasa como largo de lactancia, dos análisis en Criollo y Jersey donde se consideró por separado año-período y parto-período.

Todos los análisis se corrigieron por el método de "constantes de ajuste" (34, 83) (fitting constant) para tener una estimación correcta de la interacción. Cuando esta última, ya ajustada por el método mencionado, era significativa se empleó el sistema de "cuadrados ponderados de los promedios" para estimar convenientemente los efectos principales (años, número del parto y períodos del año).

B. Edad al primer parto, período de servicio y período seco

El efecto de la edad al primer parto, período de servicio y período seco, se estudió a través de correlaciones y regresiones entre estas variables y los cambios en la producción de leche, porcentaje de grasa y largo de lactancias entre records sucesivos de los mismos animales.

Cualquier intento en detectar los efectos de las variables antes mencionadas con las producciones reales tropezó con la dificultad de no poder eliminar otras fuentes de variación, genéticas y no genéticas, difíciles de especificar, en las que tal vez una de las más importantes

era el merito genético real de los distintos individuos. Por tanto, se consideró que analizándose los cambios en producción entre lactancias sucesivas de los mismos individuos se eliminaba en gran parte este problema, estimándose en esta forma con un límite de seguridad apropiado el efecto de las variables.

En los cálculos se usaron correlaciones simples y múltiples. La literatura establece que el efecto del período seco y período de servicio, siguen una tendencia de segundo grado. Para investigar el grado en que esta predicción se cumplía en la población considerada se hicieron cálculos en este sentido en la producción de leche del Criollo.

C. Nomenclatura y significado de los términos usados

Período de Servicio A se designa al período de servicio de la primera lactancia del par considerado al estudiar el cambio en producción entre dos lactancias sucesivas del mismo individuo.

Período de Servicio B se designa al período de servicio de la segunda lactancia del par considerado al estudiar el cambio en producción entre dos lactancias sucesivas del mismo individuo.

Ejemplo: Al estudiar el cambio en producción de 3^o a 4^o parto, el período de servicio A es el P.S. 3 y el período de servicio B es el P.S. 4.

Período seco A se designa al período seco que antecede a la primera lactancia del par considerado al estudiar el cambio en producción entre dos lactancias sucesivas del mismo individuo.

Período seco B se designa al período seco que antecede a la

segunda lactancia del par considerado al estudiar el cambio en producción entre dos lactancias sucesivas del mismo individuo.

Ejemplo: Al estudiar el cambio en producción del 3º a 4º parto el período seco A es el P.So. 2 y el período seco B el P.So. 3. Siguiendo este mismo razonamiento al estudiar el cambio en producción de la 1º a la 2º lactancia el período seco A no existiría y el período seco B sería el P.So. 1).

En el esquema Nº 1 se explican el resto de las abreviaturas usadas.

D. Edad del animal

El efecto de la edad se estimó en forma aproximada, considerándose el número del parto y no la edad exacta de cada vaca al empezar una lactancia.

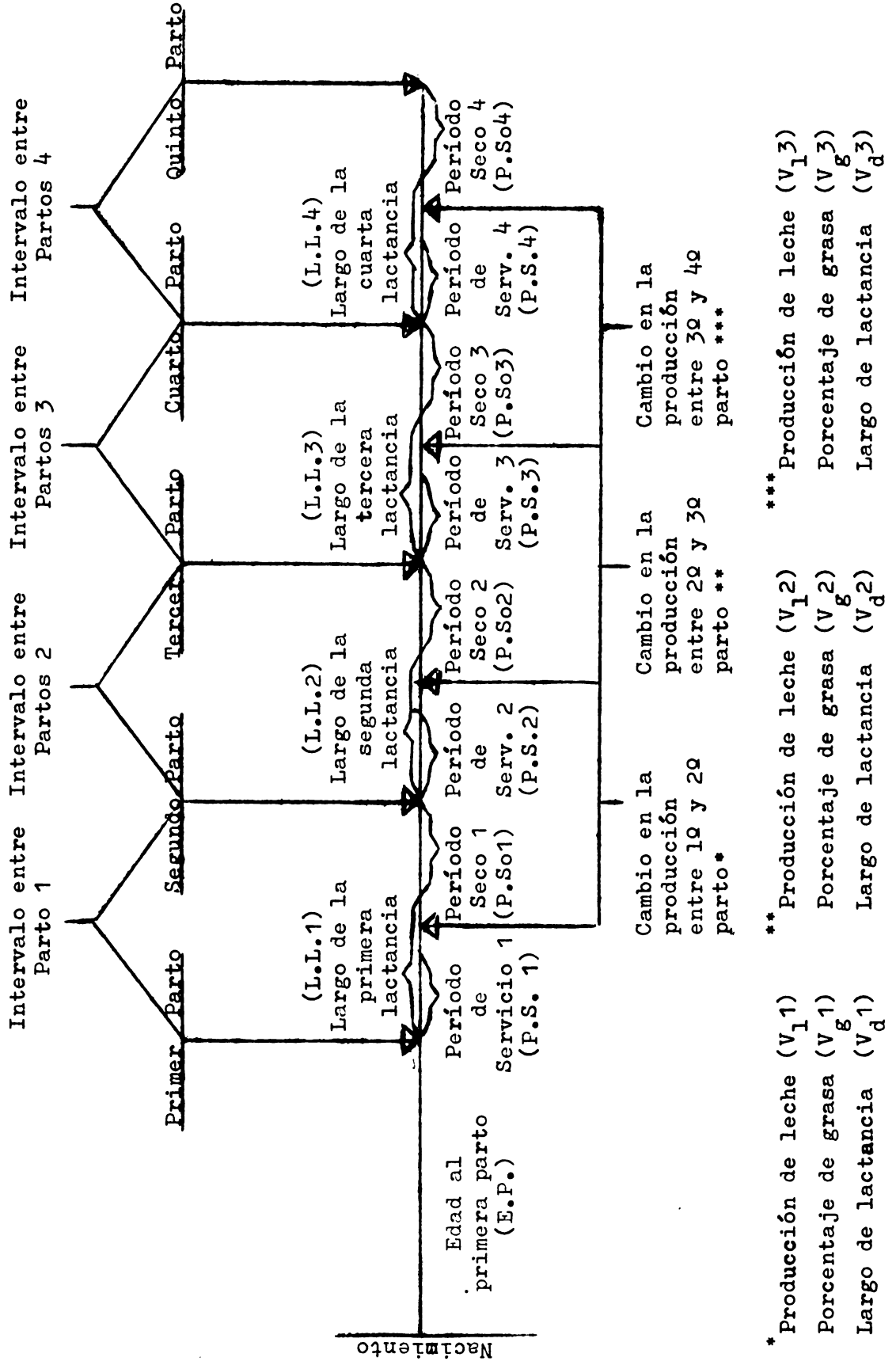
El método seguido fue el de "comparaciones pareadas" propuesto por Sanders (77). Cuando las diferencias fueron significativas se corrigieron todas las observaciones llevándolas a la producción del 2º parto. Las producciones de las vacas fundadoras no se corrigieron por este factor cuando no fue posible determinar su edad.

IV. Tipo de correcciones usadas

La estandarización de los datos se hizo por regresión, multiplicación o adición, según las características del material que se dispuso.

El método de regresión se usó siempre cuando se dispuso de una o más variables concomitantes, es decir además de la variable Y (dependiente), se tenía la información de una o más variables independientes

ESQUEMA 1. Esquema y claves indicatorias de los diferentes factores considerados en la vida productiva de los animales.



(X). Las correcciones se hicieron aplicando la siguiente fórmula:

$$Y_a = Y - b (X - \bar{X})$$

Donde Y es la variable dependiente, b el valor de la regresión, X el valor de la variable independiente y \bar{X} el valor de la variable in dependiente a la cual se quiere estandarizar la variable dependiente.

Factores de corrección aditivos y multiplicativos solo se usaron cuando no se pudo emplear el método de regresión. Para decidir la utilización de uno u otro sistema se consideraron los coeficientes de variación y las desviaciones estandar y otras características de las observaciones que se deseaba estandarizar, Páez (66).

V. Estimación de los parámetros de la población

A. Índice de herencia

El índice de herencia se estimó por regresión intra toro. Para su cálculo se usó el procedimiento siguiente:

$$b_i = \frac{\sum x Y_i - \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i)}{K_i}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{K_i}}$$

donde:

K_i = número de observaciones correspondientes al i-avo toro.

b_i = valor de la regresión dentro de cada toro.

X_i = producciones de las vacas cruzadas con el i-avo toro.

Y_i = producciones de las hijas del i-avo toro.

El valor promedio de la regresión estimada dentro de cada toro se obtuvo a través de la fórmula propuesta por El-Issawi y Remple (27).

$$b = \frac{\sum [(K_i - 3) b_i]}{\sum (K_i - 3)}$$

Como la regresión estima la mitad de la variación genética aditiva el valor del índice de herencia se estimó doblando el valor de la regresión promedio.

En el cálculo ninguna hembra tuvo más de una hija con el mismo toro razón por la cual no fue necesario ponderar por este efecto.

El índice de herencia sólo pudo estimarse en la raza Criollo ya que en el Jersey sólo existían 3 toros y 31 pares madre-hija.

B. Índice de constancia

El índice de constancia se estimó a través de un análisis de variancia, Brown 17. El siguiente modelo de análisis se utilizó para estimar los componentes de variancia asociados con padres, madres y error, previamente estandarizados por factores no hereditarios descritos anteriormente que demostraron tener influencia sobre producción de leche, largo de lactancia o porcentaje de grasa.

Análisis teórico para estimar los componentes de variación

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Componentes estimados
Total	N - 1	---	
Entre toros	S - 1	V ₃	$\sigma_W^2 + K_1\sigma_D^2 + K_2\sigma_S^2$
Entre vacas dentro de toros	D - S	V ₂	$\sigma_W^2 + K_1\sigma_D^2$
Entre hermanos completos	N-D-S	V ₁	σ_W^2

N = número total de lactancias

S = número de toros

D = número de hermanas

V = cuadrado medio o variancia

K₁ = número promedio aproximado de lactancias por vaca

K₂ = número promedio aproximado de lactancias de las vacas por toro

Por ser el número de vacas por toro y de lactancias por vaca diferente, el promedio de las mismas se estimó en la siguiente forma,

Páez (66). (No σ) (Q aer)

$$K_1 = \frac{1}{D - 1} \left(n - \frac{\sum D^2}{n} \right)$$

$$K_2 = \frac{1}{S - 1} \left(n - \frac{\sum S^2}{n} \right)$$

n = número de crías

D = número de vacas

S = número de toros

En esta forma el índice de constancia se estimó finalmente como sigue:

$$\text{Índice de constancia} = \frac{\sigma_D^2 + \sigma_S^2}{\sigma_W^2 + \sigma_D^2 + \sigma_S^2}$$

El índice de constancia se estimó en las dos razas y en las tres características en estudio.

VI. Mejoramiento anual genético

El mejoramiento anual genético se estimó por el procedimiento propuesto por Rendel y Robertson (69).

La superioridad genética de las vacas como madres de vacas I_{CC} y de las vacas como madre de toros I_{CB} se estimaron como sigue:

$$I_{CC} = \sum n h_1^2 (\bar{Y}_1 - \bar{Y})$$

$$I_{CB} = \sum n h_1^2 (\bar{Y}_1 - \bar{Y})$$

donde:

n = número de hijas por vaca.

h_1^2 = índice de herencia basado en 1 lactancias

\bar{Y}_1 = promedio de las vacas con más de dos lactancias corregidas al segundo parto.

\bar{Y} = promedio de producción de todo el grupo corregido a segundo parto.

n' = número de hijas dejadas por el descendiente de las vacas seleccionadas para producir toros.

\bar{Y}'_1 = promedio de las vacas madres de toros corregidas al segundo parto.

El mejoramiento anual genético se estimó considerándose sólo I_{CC} e I_{CB} en la siguiente forma:

$$M.A.G. = \frac{I_{CC} + I_{CB}}{L_{CC} + L_{CB} + L_{BC} + L_{BB}}$$

Donde L_{CC} , L_{CB} , L_{BC} y L_{BB} representan la edad media de las vacas y toros cuando nacieron sus hijos o hijas según el caso.

El porcentaje de aumento anual se calculó en base al promedio de producción de los animales desde 1950 a 1964.

La estimación hecha del mejoramiento anual genético, debe considerársele sólo como una aproximación.

Esta afirmación obedece al hecho que a algunos toros importantes por el número de hijas que tuvieron no se les conoció la producción de sus madres. Algunas informaciones de vacas fundadoras con descendencia en el hato, incluidas, dejaron mucho que desear como medidas de su potencial de producción por edad avanzada, ordeño imperfecto en los animales acostumbrados a ser ordeñados por sus antiguos dueños con

becerro y la mastitis especialmente fuerte en los primeros años.

A pesar de las precauciones usadas en aplicar factores de corrección, el número escaso de observaciones, puede haber resultado en una reducción indebida de las diferencias genéticas que se pretendía medir.

Más que una conclusión final sobre adelanto genético logrado, el presente trabajo sirve para poner a prueba las medidas usadas y permitir una mejor estimación en el futuro, cuando disminuya la influencia (proporcionalmente) de los animales sin records adecuados usados en la fundación del hato.



Foto 5. "Palacios" uno de los primeros toros Criollos probados en Turrialba cuyas hijas han producido en promedio 1958 Kg de leche.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

I. Producción de leche

Se discuten en seguida algunos factores que han influido sobre la producción de leche y cambios en producción desde que se fundó el hato.

A. Período seco

La decisión de corregir por período seco se tomó, más que por una significancia esporádica, por la tendencia observada entre esta variable y los cambios en producción de leche entre lactancias sucesivas de los individuos, hasta el quinto parto.

Los valores de regresión usados para corregir la producción de las vacas nacidas en Turrialba y las fundadoras de número de parto conocido, se indican en el Cuadro 8.

CUADRO 8. Valores de las regresiones usadas para corregir producción de leche por período seco.

Cambios en producción entre lactancias sucesivas	Criollo			Jersey		
	P.So.A.	P.So.B.	número	P.So.A.	P.So.B.	número
$+V_1^1\#$		4.541**	80		2.921	45
V_1^2	-1.280	3.204*	60-58	-4.549	7.137**	38
V_1^3	-1.518*	1.829	46	-9.846*	9.084*	20
V_1^4	-0.809	0.150	26	-10.551	13.614	13

* Significativo al 5%.

** Significativo al 1%.

+ V = Cambios en producción de leche.

= Número de lactancia.

En las vacas fundadoras de número de parto desconocido no fue posible estimar el efecto del período seco. El no haberlo podido hacer en forma conveniente, parece no ser de importancia, ya que regresiones hechas con vacas nacidas en Turrialba de más de cinco partos en el criollo, demuestran una pérdida casi completa de la influencia de este factor.

Causa extrañeza no haber obtenido una distribución de segundo grado en la asociación entre cambios en producción de leche entre lactancias sucesivas y período seco. Es posible, sin embargo, que en el trópico el efecto del período seco sea más acentuado que en países de clima templado (94, 95). Los valores de las correlaciones de segundo grado se indican en el Cuadro 34.

La bondad de una corrección debe estimarse a través del grado en que esta ha sido capaz de disminuir la dispersión de la variable en cuestión. Los resultados presentados en los Cuadros 9 y 10 comprueban que hubo una reducción en todos los casos a excepción de el cambio en producción entre cuarto a quinto parto en la raza Jersey.

Los promedios de período seco en Criollo y Jersey fueron de $115,33 \pm 64,19$ y $66,63 \pm 31,88$ días respectivamente. Analizándose más en detalle los promedios presentados en los Cuadros 29 y 30, se observa que el largo del período seco muestra una tendencia a disminuir a medida que aumenta el número del parto. Este fenómeno no se observó en el Jersey hecho que puede explicarse por la selección más estricta hecha en el Criollo. La raza Jersey no mostró problemas de fertilidad en estas condiciones y presenta largos de lactancias superiores.

CUADRO 9. Cambios en la producción de leche entre lactancias sucesivas (Raza Criollo)

Producción de leche	Vacas nacidas en Turrialba*	Número	Vacas fundadoras*	Número	Todas las vacas*	Número	Todas las vacas**	Número
	Kg	ro	Kg	ro	Kg	ro	Kg	ro
Cambio de 1º a 2º parto	+250,15	71	+573,41	6	+275,34	77	+190,40	77
Cambio de 2º a 3º parto	+153,52	44	+30,38	9	+132,61	53	+107,67	53
Cambio de 3º a 4º parto	+117,48	40	-320,51	6	+60,35	46	+96,41	46
Cambio de 4º a 5º parto	-70,61	23	-179,82	4	-86,79	27	-65,20	27
Cambio de 5º a 6º y más partos	-162,97	19	-76,64	6	-100,94	25	--	--

* Sin corregir por período seco.

** Corregido por período seco.

CUADRO 10. Cambios en la producción de leche entre lactancias sucesivas (Raza Jersey)

Producción de leche	Vacas nacidas en Turrialba*	Número	Vacas fundadoras*	Número	Todas las vacas*	Número	Todas las vacas**	Número
	Kg		Kg		Kg		Kg	
Cambio de 1º a 2º parto	+370,16±350,72	36	- 90,38±432,49	6	+304,37±385,20	42	+368,30±355,32	42
Cambio de 2º a 3º parto	+ 63,12±479,71	28	- 8,59±302,80	8	+ 47,18±444,66	36	+114,62±386,35	36
Cambio de 3º a 4º parto	-183,10±396,14	13	+114,64±553,20	6	- 89,08±458,07	19	-142,70±411,87	19
Cambio de 4º a 5º parto	-489,59±669,59	8	+317,47±667,67	4	-220,57±772,71	12	-117,81±872,79	12
Cambio de 5º a 6º y más partos	- 99,48±802,07	11	-421,45±716,48	8	-235,05±746,62	19	--	--

* Sin corregir por período seco.

** Corregido por período seco.

Las vacas fundadoras de número de parto desconocido tuvieron un largo promedio de período seco de $174,18 \pm 101,79$ días. Esta cifra constituye la mejor explicación de no haber encontrado efecto de esta variable en este grupo de animales, y está asociado al manejo con ternero que se traduce en períodos de servicio más largos, de Alba (4).

B. Edad del animal

Para corregir por edad, se aplicaron factores de corrección aditivos y su efecto se ajustó con posterioridad al del período seco.

Los aumentos promedios de producción de leche a través de los diferentes partos para las dos razas se indican en los Cuadros 9 y 10.

La apreciación de estas cifras demuestran que aún cuando los aumentos en la producción son mayores en la raza Jersey hasta el tercer parto, descienden luego bruscamente, llegando a ser en lactancias posteriores al quinto parto, inferiores a las obtenidas en el primero. El Criollo en cambio, con aumentos menos espectaculares, mantiene una tendencia ascendente hasta el cuarto parto, siendo capaz de mantener la producción en forma mucho más estable en una edad avanzada.

Queda en este aspecto, sin embargo una pregunta sin contestar. ¿Qué efecto pudo haber tenido la alta incidencia de mastitis en las producciones de estos animales en la edad adulta? Existe evidencia (75), que este factor influye en el grado en que los animales pueden mantener la producción de leche a lo largo de su vida. La respuesta a este problema sólo podrá darla la información de años futuros, ya que la incidencia de mastitis ha sido menor en los últimos años.

La situación planteada aún cuando puede haber viciado en algo la información y aumentado la variabilidad en los cambios en producción

entre lactancias sucesivas, tuvo incidencia similar en las dos razas que se comparan.

La variabilidad de los aumentos y disminuciones de producción fue muy semejante en el Criollo y Jersey, con excepción al cambio en producción desde el cuarto parto en adelante, donde esta última raza muestra una variabilidad más de dos veces superior a la del Criollo. Es bastante difícil dar una respuesta satisfactoria a lo que le pueda haber sucedido al Jersey en esta edad, pero siendo ésta casi la única raza europea que ha demostrado poseer una buena fertilidad y una producción de leche aceptable en el trópico. ¿Podría buscarse en este brusco descenso en producción la válvula de escape de estos individuos para el medio adverso del trópico y en la gran variabilidad una confirmación al diferente grado en que responden los representantes de razas foráneas al trópico? Otro mecanismo probable de ajuste es el de la menor producción de grasa del Jersey con respecto a los promedios de esta raza en clima templado (Cuadro 21).

C. Período de servicio

El período de servicio no afectó los cambios de producción entre lactancias sucesivas. En el Cuadro 34 se puede ver el efecto de esta variable, la que aún cuando muestra significancias esporádicas no presenta una tendencia parecida a la que se encontró en período seco.

El período de servicio fue muy semejante en el Criollo y Jersey con $105,19 \pm 38,68$ y $103,54 \pm 42,44$ días respectivamente para las vacas nacidas en Turrialba. En los promedios que se presentan en los Cuadros 31 y 32, debe hacerse la salvedad que en el año 1963 se empezó a usar

semen congelado en el Jersey, el cual no ha dado resultados satisfactorios.

El efecto del período de servicio sobre la producción de leche ($r = .004$), fue nulo en el Criollo, cuando se correlacionó esta variable con producciones reales. Este resultado es similar a otros encontrados en regiones tropicales (26, 57, 62, 81).

D. Edad al primer parto

En el Cuadro 33 se presenta un resumen de lo que ha sido esta variable en los diferentes años en estudio para el Criollo y el Jersey.

La correlación significativa de .188, que se indica en el Cuadro 36, entre producción real de leche del primer record y edad al primer parto, no se contrapone con los resultados negativos del Cuadro 34. En un caso el coeficiente indica que mientras mayor es la edad, más alta es la producción en esa lactancia, en cambio al trabajar con aumentos de primero a segundo parto, el valor expresa, que mientras más viejo es el animal al empezar a producir, menor es su aumento en la lactancia siguiente. Estos resultados por tanto, se complementan.

No se corrigió por esta variable aún estando en el límite de la significancia por ser el coeficiente de asociación muy bajo (3,5%).

El efecto de edad al primer parto sobre producción de leche fue intermedio con respecto a otros cálculos semejantes hechos en clima templado y tropical. Este hecho puede explicarse por una edad al primer parto también intermedia entre las del Zebú en trópico y las razas europeas en su ambiente.

Como conclusiones de las cifras presentadas puede decirse que el

Jersey se ha visto en desventaja en su precocidad, no sólo con respecto a lo que le ocurre en su habitat de origen, sino que también a otras zonas tropicales. Valores de 840 y 900 días encontrados para esta raza por McDowell en Luisiana (49) y Mahadevan en Ceylán (58) respectivamente y aún 840 días en cruces de Jersey por Red Sindhi dada por Stonaker et al. (86) en la India, comprueban esta afirmación.

28,30
W/O/O

En Turrialba se ha observado un aumento en la edad al primer parto en el Criollo desde 1950 a 1955, permaneciendo luego estacionaria. Sin tener información al respecto de otros lugares, existen buenas razones para poder esperar un mejoramiento en este sentido, si se considera representativo lo ocurrido antes de 1955 en el Criollo.

E. Período del año

No se encontraron diferencias significativas entre períodos, razón por la cual no se corrigió por esta variable.

F. Cambios en la producción de leche en las razas Criollo y Jersey a través de los años

En los Cuadros 11 y 12 se observa, en general, que la diferencia en producción de leche entre ambas razas, ha disminuído a través del tiempo, lo que puede considerarse una interesante estimación del futuro de las razas que se comparan.

Estos cuadros demuestran, sin embargo, que los 465 Kg que se han logrado aumentar entre 1952-56 a 1962 en el Criollo no explican por sí sólo la reducción en la diferencia entre estas razas, ya que las producciones del Jersey muestran una tendencia a descender. Esta disminución observada debe atribuirse principalmente a que estos animales se

CUADRO 11. Producción de leche en la raza Criollo.

Año	Clave	1ª Lactancia	Núm. ro	2ª Lactancia	Núm. ro	3ª Lactancia	Núm. ro	4ª Lactancia	Núm. ro	5ª Lactancia	Núm. ro	6ª y más Lactancias	Núm. ro	Promedio general*	Núm. ro
1954-55	1	1807,90 _± 52,61	15	1877,10 _± 84,48	2									1816,04 _± 424,53	17
	2	1892,84 _± 52,61	15	1722,59 _± 71,47	2									1872,81 _± 427,51	17
	3	1617,51 _± 52,61	15	1722,59 _± 71,47	2									1629,86 _± 425,19	17
1956	1	1502,51 _± 591,74	15	1471,81 _± 668,66	7	1315,89	1							1354,51 _± 500,93	23
	2	1347,81 _± 591,74	15	1419,26 _± 604,35	7	1135,35	1							1360,32 _± 499,55	23
	3	1072,47 _± 591,74	15	1419,26 _± 604,35	7	1267,96	1							1186,51 _± 564,56	23
1957	1	1795,86 _± 603,45	13	1780,29 _± 762,08	7	1544,79 _± 553,90	6							1733,73 _± 621,89	26
	2	1880,80 _± 603,45	13	1891,87 _± 525,16	7	1578,66 _± 493,92	6							1814,06 _± 554,16	26
	3	1605,46 _± 603,45	13	1891,87 _± 525,16	7	1711,27 _± 493,92	6							1706,99 _± 552,00	26
1958	1	1751,57 _± 310,08	9	2111,94 _± 529,23	7	1766,97 _± 975,52	5	1426,98 _± 569,11	7					1763,26 _± 603,79	28
	2	1836,51 _± 310,08	9	2110,64 _± 494,36	7	1885,91 _± 731,09	5	1575,92 _± 449,99	7					1848,71 _± 391,15	28
	3	1861,77 _± 310,08	9	2110,64 _± 494,36	7	2185,22 _± 731,09	5	1768,88 _± 449,99	7					1861,90 _± 508,96	28
1959	1	1652,93 _± 425,19	20	1720,65 _± 402,82	9	1922,40 _± 588,30	8	1605,04 _± 752,92	5	1302,48 _± 640,53	5			1669,39 _± 521,32	47
	2	1737,87 _± 425,19	20	1828,18 _± 454,31	9	1838,57 _± 586,79	8	1790,54 _± 398,74	5	1623,80 _± 532,62	5			1765,77 _± 457,89	47
	3	1462,54 _± 425,19	20	1828,18 _± 454,31	9	1971,18 _± 586,79	8	1983,50 _± 398,74	5	1729,97 _± 532,62	5			1703,00 _± 504,32	47
1960	1	1466,46 _± 448,09	14	1817,01 _± 500,40	13	1763,23 _± 578,83	3	2214,96 _± 675,94	5	1883,18 _± 644,00	2			1737,36 _± 563,91	37
	2	1556,40 _± 448,09	14	1789,60 _± 336,36	13	1967,23 _± 594,22	3	2150,58 _± 464,42	5	2249,37 _± 405,08	2			1789,40 _± 491,76	37
	3	1278,06 _± 448,09	14	1789,60 _± 336,36	13	2099,85 _± 594,22	3	2343,55 _± 464,42	5	2355,54 _± 405,08	2	2237,92 _± 212,46	4	1725,89 _± 605,34	37
1961	1	1546,30 _± 359,32	11	1481,04 _± 460,48	12	1944,89 _± 562,63	15	2170,89 _± 565,03	5	1906,90 _± 708,05	5			1751,17 _± 566,94	48
	2	1631,24 _± 359,32	11	1591,72 _± 330,60	12	1887,19 _± 420,84	15	2299,53 _± 585,05	5	2065,86 _± 529,79	5			1816,23 _± 460,28	48
	3	1355,90 _± 359,32	11	1591,72 _± 330,60	12	2019,81 _± 420,84	15	2492,54 _± 585,05	5	2172,03 _± 529,79	5	3059,62 _± 465,98	4	1825,74 _± 541,37	48
1962	1	1724,82 _± 440,09	18	1846,02 _± 448,82	16	2042,37 _± 423,23	8	2207,90 _± 611,31	12	1945,29 _± 449,41	3			1916,71 _± 500,11	57
	2	1809,76 _± 440,09	18	1920,72 _± 433,16	16	2047,08 _± 445,92	8	2201,37 _± 488,44	12	2312,81 _± 411,00	3			1983,13 _± 462,40	57
	3	1534,42 _± 440,09	18	1920,72 _± 433,16	16	2179,70 _± 445,92	8	2394,33 _± 488,44	12	2418,98 _± 411,00	3	2064,82 _± 443,96	6	1961,01 _± 548,38	57
1963**	1	1712,44 _± 412,10	5	1564,03 _± 497,78	10	2007,61 _± 557,97	5	1934,62 _± 510,25	7	1762,03 _± 433,65	8			1767,97 _± 410,42	35
	2	1797,38 _± 412,10	5	1810,91 _± 473,84	10	1856,29 _± 453,76	5	1954,77 _± 548,42	7	2039,59 _± 424,06	8			1896,50 _± 455,21	35
	3	1522,04 _± 412,10	5	1810,91 _± 473,84	10	1988,90 _± 453,76	5	2147,73 _± 548,42	7	2145,76 _± 424,06	8	2090,25 _± 832,78	5	1938,97 _± 493,49	35
Vacas nacidas en Turrialba	1	1633,11 _± 487,88	120	1727,21 _± 538,35	83	1875,27 _± 582,62	51	1950,74 _± 649,86	41	1728,06 _± 565,92	23			1744,30 _± 550,36	318
	2	1713,68 _± 487,88	120	1795,87 _± 453,82	83	1855,16 _± 515,05	51	2008,16 _± 525,61	41	2008,79 _± 485,06	23			1817,13 _± 497,23	318
	3	1437,76 _± 487,88	120	1795,87 _± 453,82	83	2004,11 _± 515,05	51	2201,13 _± 525,61	41	2114,96 _± 485,06	23	2317,39 _± 641,87	19	1769,46 _± 550,70	318
Vacas fundadoras de HD de partes desconocidas	1	1740,69 _± 456,13	9	1826,08 _± 559,73	12	1717,67 _± 628,33	12	1398,16 _± 426,45	8	1267,44 _± 317,63	8			1622,78 _± 351,82	49
	2	1825,63 _± 456,13	9	1927,45 _± 525,83	12	1811,98 _± 599,17	12	1567,16 _± 307,74	8	1408,15 _± 368,89	8			1736,86 _± 453,90	49
	3	1350,27 _± 456,13	9	1927,45 _± 525,83	12	1944,59 _± 599,17	12	1760,12 _± 307,74	8	1513,08 _± 368,89	8	1905,03 _± 122,95	6	1767,40 _± 460,71	49
Promedio de vacas de HD de parte conocido	1	1640,61 _± 471,46	129	1739,69 _± 532,79	95	1845,25 _± 588,11	63	1860,42 _± 640,29	49	1609,19 _± 567,17	31			1728,07 _± 547,33	367
	2	1721,49 _± 471,46	129	1812,49 _± 448,51	95	1846,93 _± 531,50	63	1936,16 _± 517,68	49	1853,78 _± 488,79	31			1806,41 _± 486,28	367
	3	1445,61 _± 471,46	129	1812,49 _± 448,51	95	1992,77 _± 531,50	63	2129,13 _± 517,68	49	1959,64 _± 488,79	31	2218,42 _± 586,94	25	1769,18 _± 543,69	367
Vacas fundadoras de HD de partes desconocidas***	3												1721,56 _± 625,94	88	
Promedio general sin corregir	3												1783,84 _± 584,01	480	

CLAVE: 1.- Producción de leche corregida por edad y período seco.
 2.- Producción de leche corregida por edad.
 3.- Producción de leche sin corregir

* Promedio general obtenido sólo con las cinco primeras lactancias.
 ** El año 63 se calculó sólo con las lactancias terminadas, faltando aún un 50% por finalizar.
 *** Las lactancias de las vacas fundadoras de parte desconocido no se corrigieron.

NOTA: Las producciones de las vacas fundadoras se extienden entre los años 1948 a 1949, concentrándose el 60% de estas distribuidas entre los años 1948 a 1955.

CUADRO 12. Producción de leche en la raza Jersey.

Año	Clave	1 ^a Lactancia	Núm. ro	2 ^a Lactancia	Núm. ro	3 ^a Lactancia	Núm. ro	4 ^a Lactancia	Núm. ro	5 ^a Lactancia	Núm. ro	6 ^a y más Lactancias	Núm. ro	Promedio general*	Núm. ro
1955	1	142,72±187,10	7	2590,41±187,40	6	554,02±275,49	3	2472,21±191,80	2	2404,87	1			2640,76±374,91	19
	2	2475,79±187,71	7	2526,46±175,50	6	2477,16±274,70	3	2410,85±181,79	2	2540,77	1			2401,85±331,23	19
	3	2174,42±187,71	7	2526,46±175,50	6	2524,84±274,70	3	2438,45±191,79	2	2275,30	1			2370,94±309,18	19
1956	1	260,62±408,30	2	2730,10	1	2942,99±511,91	3	2411,64	1	2421,78	1			2670,47±403,21	8
	2	2191,69±408,30	2	2635,39	1	2451,11±404,47	3	2357,48	1	2715,33	1			2419,86±317,47	8
	3	1747,32±408,30	2	2635,39	1	2407,99±404,47	3	2345,48	1	2252,86	1			2323,42±397,62	8
1957	1	2461,24±146,60	2	2589,40±167,72	2	2973,73	1	3020,81±221,58	2	2351,79	1			2708,72±309,35	8
	2	2447,95±146,60	2	2501,72±192,93	2	2731,15	1	2755,85±173,04	2	2130,83	1			2616,79±365,99	8
	3	1131,52±146,60	2	2501,72±192,93	2	2728,33	1	241,95±271,03	2	1870,36	1	2007,03	1	2503,41±466,46	8
1958	1	2615,15±174,58	5	2705,10±106,62	4	2711,17±197,03	2			1975,62	1			2569,88±295,30	12
	2	2451,22±174,58	5	2615,44±192,46	4	2647,72±115,52	2			1469,47	1			2470,33±389,19	12
	3	2146,85±174,58	5	2655,44±192,46	4	2695,50±113,52	2			1207,02	1	2404,50	1	2329,50±484,44	12
1959	1	2263,31±240,58	5	2630,61±172,92	5	2652,95±235,53	3	2752,93±119,09	2	334,25	1			2583,47±604,46	16
	2	149,38±240,58	5	2730,83±124,91	5	2718,45±294,16	3	2884,75±155,93	2	2511,93	1			2561,11±597,53	16
	3	1895,01±240,58	5	2730,83±124,91	5	2725,63±294,16	3	2842,75±155,98	2	2989,46	1	2871,05	1	2436,33±511,69	16
1960	1	1124,03±264,24	8	2429,74±444,29	5	2511,65±110,79	2	2710,07±131,29	2	2635,66	1			2372,45±335,49	18
	2	2120,09±264,24	8	2401,70±440,23	5	2305,78±139,41	2	2416,41±157,19	2	2576,19	1			2288,52±323,72	18
	3	1815,73±264,24	8	2401,70±440,23	5	2352,96±199,31	2	2474,51±157,19	2	2313,72	1	2463,93±110,24	2	2139,05±408,13	18
1961	1	2311,03±316,27	7	2344,96±130,60	5	2777,24±149,92	7	2474,32	1	1719,74	1			2315,88±347,43	20
	2	2275,61±316,27	7	2322,61±130,41	8	2238,14±422,23	3	2468,71	1	1904,09	1			2287,27±325,67	20
	3	1971,30±316,27	7	2322,61±130,41	8	2285,72±422,23	3	2527,81	1	1641,62	1	2018,74	1	2172,67±376,33	20
1962	1	2274,32±336,51	2	2423,75±226,09	6	2371,46±753,79	8	2811,81	1	2759,13	1			2423,65±524,50	18
	2	2210,39±336,51	2	2340,01±224,06	6	2369,74±762,50	8	2751,63	1	2657,02	1			2379,32±526,99	18
	3	1906,02±336,51	2	2340,01±224,06	6	2416,97±762,50	9	2715,73	1	2393,60	1	2517,31±414,56	2	2349,84±542,34	18
1963**	1	2315,97	1	2413,88±485,24	2	2167,59±266,85	4	2416,27±292,02	2					2294,07±286,67	9
	2	2252,04	1	2371,85±508,20	2	2290,04±255,73	4	2558,40±545,41	2					2363,63±328,26	9
	3	1947,67	1	2371,85±508,20	2	2337,22±255,73	4	2516,50±545,41	2			1980,70±607,57	3	2341,47±348,24	9
Vacas nacidas en Turrialba	1	2355,14±364,56	39	2506,50±333,74	39	2505,76±547,49	29	2644,26±375,75	13	2466,23±490,02	8			2471,69±413,68	128
	2	2296,32±364,56	39	2450,12±329,47	39	2450,91±537,86	29	2623,02±273,49	13	2380,95±538,91	8			2416,67±410,51	128
	3	1991,97±364,56	39	2450,12±329,47	39	2488,78±537,86	29	2581,66±273,49	13	2118,37±538,91	8	2298,70±428,90	11	2311,81±461,93	128
Vacas fundadoras de partos desconocidos	1	2392,92±480,09	8	2147,21±526,73	12	2045,29±319,77	9	2273,63±469,21	8	2430,21±563,28	6			2234,10±249,37	43
	2	2458,99±480,09	8	2090,83±534,06	12	1934,46±319,37	9	2189,84±571,87	8	2389,14±574,10	6			2186,64±570,62	43
	3	2029,62±480,09	8	2090,83±534,06	12	1911,64±419,37	9	2146,69±571,87	8	2136,67±574,10	6	2188,76±514,67	11	2071,97±525,62	43
Promedio de vacas de parto conocido	1	2361,57±392,27	47	2421,96±418,23	51	2396,70±539,52	38	2503,07±426,49	21	2450,79±525,44	14			2412,07±438,25	171
	2	2324,02±392,27	47	2369,58±417,90	51	2322,59±556,28	38	2458,00±471,45	21	2354,46±555,68	14			2352,53±464,98	171
	3	1993,36±392,27	47	2365,58±417,90	51	2368,77±556,28	38	2415,96±471,45	21	2121,91±555,68	14	2243,73±479,07	22	2251,58±589,93	171
Vacas fundadoras de partos desconocidos***	3												2635,60±111,95	8	
Promedio general sin corregir	3												2266,01±523,18	101	

CLAVE: 1.- Producción de leche corregida por edad y período seco.
2.- Producción de leche corregida por edad.
3.- Producción de leche sin corregir.

* Promedio general obtenido sólo con las cinco primeras lactancias.
** El año 63 se calculó sólo con las lactancias terminadas, faltando aún un 50% por finalizar.
*** Las lactancias de las vacas fundadoras de parto desconocido no se corrigieron.

NOTA: Las producciones de las vacas fundadoras se extienden entre los años 1948 a 1949, encontrándose el 60% de estas distribuidas entre los años 1948 a 1955.

les destinaron los mejores potreros hasta 1959. Una posible explicación a esto puede ser también, la selección menos rigurosa si se compara con la hecha en el Criollo.

Dentro de parto y año es mucho más difícil encontrar una tendencia clara en el aumento en la producción y esta tendencia es mucho más errática en el primero y segundo parto que en lactancias posteriores.

G. Estimación de parámetros genéticos

Para estimar el índice de herencia se consideraron sólo aquellos toros que tuvieron más de tres hijas con madres de producción conocida.

En todos los casos las vacas fundadoras de número de parto desconocido no se corrigieron ni por período seco ni por edad, considerándose que su producción era en promedio equivalente al segundo parto.

Siguiendo este criterio se obtuvieron los siguientes resultados, los que se indican en el Cuadro 13.

Los valores de las regresiones indican que los que más se alejan de los valores usuales fueron aquellas con menor número de pares madre-hija.

El índice de herencia estimada ($2 \times .079$) fue de $.158 \pm .074$. Los límites de confianza son relativamente amplios, situación que se justifica por el poco número de pares madre hija considerados y se acercan a la espectación teórica en estas condiciones, Searle (81).

En la raza Jersey su estimación fue imposible dentro de límites de seguridad convenientes por el poco número de toros, 3, y de pares madre-hija 31. En esta raza debieron eliminarse 7 toros por tener menos de tres pares madre-hija.

CUADRO 13. Resultado de las regresiones intratoro (Raza Criollo)

Nombre del toro	Número de pares madre-hija	b
Palacios	29	+ ,180
Sabroso	4	+ 3,946
Rey Grande	12	+ ,160
Rey Chico	5	- 0,027
Panchito Rey	6	+ ,117
Coqueto	12	+ ,089
Precioso	7	- 0,058
Limeño	12	- 0,027
Ganancio	6	- 0,262
Dandy I	10	- 0,457
Consentido	9	- 0,088
Apuestino	4	- 1,510
Total	115	+ ,079

El resultado muy cercano a 1 obtenido en la estimación del índice de herencia en la raza Jersey indica que la información es todavía muy escasa en este hato, para cualquier estimación de este tipo.

El índice de constancia estimado por correlación intraclase fue de ,654 para el Criollo y de ,511 para el Jersey. Estas cifras concuerdan con estimaciones semejantes en otras razas nativas y europeas en el trópico e indica que se puede estimar con relativa seguridad la producción futura de un animal conociéndose su primer record.



Foto 6. Vacas del hato Jersey de Turrialba. Esta raza ha demostrado buenas cualidades en estas condiciones por su fertilidad, producción de leche y largo de lactancia.

II. Largo de lactancia

A. Factores considerados para estimar sus efectos sobre largo de lactancia

La longitud de la lactancia se analizó en forma semejante a la de producción de leche; es decir, se estimó el efecto que sobre ésta tienen: edad de los animales, edad al primer parto, período de servicio, período seco y época del año. No se encontró significativo el efecto de ninguno de estos factores cuando se les correlacionó con las longitudes de lactancias sucesivas de los mismos individuos. Los resultados de estas correlaciones se indican en el Cuadro 37.

Cuando estas mismas variables se correlacionaron con las longitudes reales de las lactancias, sólo el período de servicio mostró cierto efecto significativo sobre el largo de la lactancia. Los coeficientes para estas correlaciones se presentan en el Cuadro 14.

CUADRO 14. Valores de las correlaciones y regresiones entre período de servicio y largo de lactancia.

Promedio de servicio	Criollo			Jersey		
	r ¹	b ²	n ³	r ¹	b ²	n ³
P. S. 1	.248*	.349*	108	.708**	.837**	42
P. S. 2	.181	.187	70	.833**	.731**	45
P. S. 3	.236	.303	52	.813**	.818**	32
P. S. 4	.110	.110	45	.747**	2.178**	19
P. S. 5	-.195	-.210	27	-.069	-.082	13

* Significativo al 5%.

** Significativo al 1%.

r¹ = Coeficiente de correlación.

b² = Coeficiente de regresión.

n³ = Número de observaciones.

Las cifras indican que el período de servicio afectó notoriamente los largos de lactancia de la raza Jersey, siendo el efecto prácticamente despreciable en el Criollo, salvo en el primer parto, donde en todo caso el coeficiente de asociación fue muy bajo (6%), razón por la cual no se corrigió en esta raza por este efecto.

Dentro del Criollo como del Jersey, los coeficientes de correlación muestran valores con signos positivos en las distintas lactancias de los animales, con excepción del quinto parto donde estos se hacen negativos en ambas razas. No existe una explicación de estos valores negativos y los resultados pueden atribuirse al poco número de informaciones.

Los valores de las correlaciones y regresiones tan diferentes en las razas que se comparan pueden explicarse a través del largo de lactancia del Criollo y Jersey de 274 y 322 días respectivamente. Sanders (76), establece que el efecto de la gestación sobre el largo de lactancia se manifiesta sólo 20 semanas después de fecundado el animal, y que este efecto por tanto tendría que ser mucho menor en animales de longitud de lactancia corto. Parece, sin embargo, que la mejor explicación de las diferencias observadas en el Criollo y en el Jersey se encuentra en la forma en que se secan los animales. La mayoría de las vacas Jersey se dejan de ordeñar cuando aún producen bastante leche y la fecha en que esto ocurre la determina el momento en que los individuos empezaron la gestación. La situación planteada aún cuando se presenta en el Criollo, ocurre con mucho menor frecuencia ya que la mayoría de las vacas dejan de producir antes de cumplir los 7 meses 10 días del servicio efectivo (Cuadros 15, 16 y 31, 32).

CUADRO 16 LARGO DE LA LACTANCIA DE LA RAZA CRIOLLA

Año	1ª Lactancia	Núme- ro	2ª Lactancia	Núme- ro	3ª Lactancia	Núme- ro	4ª Lactancia	Núme- ro	5ª Lactancia	Núme- ro	6ª y más Lactancias	Núme- ro	Promedio general	Núme- ro
1954-55	313,07±37,65	15	285,00±21,21	2									309,77±36,82	17
1956	235,06±82,36	15	250,00±53,10	7	267,00								240,99±71,36	23
1957	284,08±90,64	13	279,14±53,14	7	241,50±55,48	6							272,92±74,08	26
1958	288,00±42,21	9	286,14±49,00	7	272,40±65,08	5	275,43±60,48	7					281,61±51,64	28
1959	272,50±67,33	20	306,66±87,81	9	271,12±46,53	8	285,60±45,44	5	258,40±55,03	5			278,70±64,98	47
1960	251,21±59,28	14	269,15±36,44	13	287,00±17,06	3	294,40±46,63	5	297,00±16,73	2	336,75±45,55	4	268,73±47,51	37
1961	266,82±55,48	11	262,67±57,66	12	265,20±41,16	15	285,40±31,03	5	280,00±12,73	5	341,50±71,79	4	268,59±46,83	48
1962	266,33±59,18	18	267,56±42,59	16	291,75±41,30	8	285,92±44,98	12	285,00±36,93	3	271,50±31,41	6	275,35±47,72	57
1963	307,60±10,26	5	275,70±52,92	10	276,80±33,69	5	273,83±44,01	7	280,25±52,02	8	251,80±53,52	5	281,08±43,73	35
vacas nacidas en Turrialba	272,84±65,68	120	273,80±52,94	83	270,66±44,36	51	283,00±45,42	41	277,52±42,57	23	294,79±65,97	19	274,39±55,22	318
vacas fundadoras de parto co- nocido	237,11±46,97	9	259,75±41,48	12	270,50±50,92	12	256,12±39,32	8	207,00±31,10	8	250,50±43,45	6	249,01±46,48	49
Promedio de vacas de NO de parto conocido	270,35±65,02	129	272,02±53,60	95	270,63±44,42	63	278,61±45,51	49	259,32±46,75	31	284,16±67,30	25	271,00±58,06	367
vacas fundadoras de NO de parto desconocido													258,31±73,35	87
Promedio general..... sin corregir													269,38±62,54	479

* Promedio obtenido de las 5 primeras lactancias de las vacas nacidas en Turrialba.
 ** Promedio obtenido de las 5 primeras lactancias de las vacas fundadoras de número de parto conocido.
 *** Promedio de las 5 primeras lactancias en todas las vacas de número de parto conocido.
 **** El promedio general es obtenido de todas las lactancias incluyendo las posteriores al quinto parto.

CUADRO 16. LARGO DE LACTANCIA EN LA RAZA JERSEY

Año	Clave	1ª Lactancia	Núm. ro	2ª Lactancia	Núm. ro	3ª Lactancia	Núm. ro	4ª Lactancia	Núm. ro	5ª Lactancia	Núm. ro	6ª y más Lactancias	Núm. ro	Promedio general	Núm. ro
1951-55	1	314,71±39,80	7	314,33±30,22	6	296,00± 7,94	3	287,50±24,76	2	300,00±	1			308,00±30,46	19
	2	310,05±22,97	7	308,48± 38,47	6	314,27± 4,26	3	335,41± 3,19	2	298,77±	1			312,30±25,70	19
1956	1	275,50±14,51	2	388,00±	1	367,00±42,51	3	287,00±	1	333,00±	1			332,50±52,44	8
	2	312,74± 8,07	2	335,37±	1	331,46±64,35	2	332,74±	1	333,41±	1			327,13±10,78	7
1957	1	349,00±35,35	2	298,00± 4,24	2	398,00±	1	319,50± 5,00	2	214,00±	1	266,00±	1	318,12±55,08	8
	2	348,58±26,47	2	316,27± 6,31	2			351,08±46,53	2	223,27±	1			322,16±16,24	7
1958	1	342,80±54,63	5	383,75± 33,34	4	400,00±32,53	2			259,00±	1	240,00±	1	359,00±55,14	12
	2	331,41± 7,46	4	333,49± 4,02	4	333,33±13,44	2			256,71±	1			325,72±23,76	11
1959	1	315,50±38,55	5	324,20± 12,56	5	301,67±18,04	3	307,00± 7,07	2	329,00±	1	400,00±	1	315,40±22,45	16
	2	326,59±22,79	4	318,94± 16,97	5	307,67± 6,72	3	342,94±36,33	2	328,92±	1			322,57±20,33	15
1960	1	327,87±96,58	8	362,20±159,40	5	296,00±19,80	2	286,00± 6,00	2	277,00±	1	337,50±103,94	2	326,39±31,98	18
	2	302,34±14,74	7	298,56± 11,91	4	305,09± --	1	328,47± 8,46	2	274,50±	1			303,14±16,89	15
1961	1	352,14±71,87	7	290,12± 17,42	8	282,33±26,36	3	302,00± --	1	203,00±	1	217,00±	1	306,90±57,33	20
	2	324,75±29,01	6	305,84± 8,09	8	307,96± 3,91	3	323,78± --	1	203,90±	1			307,72±31,18	19
1962	1	298,50± 7,81	2	300,67± 12,14	6	338,50±79,48	8	372,00± --	1	288,00±	1	342,00± 84,85	2	320,50±56,69	18
	2	311,05± 1,86	2	310,65± 4,85	6	303,47±12,57	8	-- --		289,97±	1			306,10±27,01	17
1963	1	315,00± --	1	333,50± 7,81	2	345,25±48,43	4	304,00± 5,66	2			279,00± 50,92	3	334,55±18,06	9
	2	-- --		321,70± 14,45	2	304,14±24,35	3	336,67±14,89	2					318,45±22,05	7
Vacas nacidas en Turrialba	1	326,75±61,34	39	324,84± 62,29	39	331,72±58,40	29	305,31±24,79	13	275,37±48,15	8	301,73± 72,44	11	321,90±58,24	128*
	2	317,99±22,38	34	313,04± 19,30	38	310,58±23,15	25	337,14±20,45	12	276,18±46,54	8			313,90±26,91	117*
Vacas fundadoras NO de parto conocido	1	326,50±51,15	8	309,58± 38,24	12	319,00±36,36	9	290,25±28,34	8	303,80±-5,21	6	277,70± 73,50	11	310,30±40,32	45**
	2	317,50±34,52	8	313,09± 14,10	7	314,79±15,86	7	312,47±64,52	6	333,34±37,55	5			319,60±34,92	33**
Promedio de vacas de NO de parto conocido	1	326,71±59,17	47	321,25± 57,55	51	328,70±53,81	38	299,57±26,57	21	287,55±52,89	14	289,71±182,69	22	318,98±54,45	171***
	2	317,90±24,63	42	314,60± 18,81	45	311,50±23,27	32	328,92±40,47	18	298,16±50,70	13			315,16±28,83	150***
Vacas fundadoras de NO de parto desconocido	1													327,00±35,08	8
	2														
Promedio general**** sin corregir	1													316,09±51,73	201
	2														

1 = Sin corregir.
2 = Corregido por período de servicio.

* Promedio obtenido de las 5 primeras lactancias de las vacas nacidas en Turrialba.
** Promedio obtenido de las 5 primeras lactancias de las vacas fundadoras de número de parto conocido.
*** Promedio de las 5 primeras lactancias en todas las vacas de número de parto conocido.
**** El promedio general es obtenido de todas las lactancias incluyendo las posteriores al quinto parto.

B. Cambios en la longitud de lactancia en las razas Criollo y Jersey

El cambio en el largo de lactancia del Criollo que se indica en el Cuadro 15, muestra, a través de los años, una tendencia mucho menos clara que en producción de leche. Sobre esta característica nunca se ha hecho selección directa, por tanto el mejoramiento fenotípico, aunque errático debe esperarse sólo por la fuerte asociación que se observa entre producción de leche y largo de lactancia en el Criollo (Cuadro 17)

CUADRO 17. Correlaciones entre largo de lactancia y producción de leche.

Número de la lactancia	Criollo		Jersey	
	r	n	r	n
Primera lactancia	.799**	119	.040	50
Segunda lactancia	.637**	84	.391**	52
Tercera lactancia	.735**	58	.290	35
Cuarta lactancia	.638**	41	.517*	20
Quinta lactancia	.829**	40	.288	15

* Significativo al 5%.

** Significativo al 1%.

El no observarse en el Criollo un aumento en largo de la lactancia, a partir del primer parto (Cuadro 15), es una confirmación que las mayores producciones de leche en esta raza, hasta la cuarta

lactancia, no se deben a una mayor longitud de estas, sino que a un incremento en la producción diaria, aún cuando dentro de cada lactancia la correlación entre largo de lactancia producción es muy estrecha.

C. Estimación de los parámetros genético

Para estimar el índice de herencia se consideraron sólo aquellas vacas cuyas lactancias tuvieron período de servicio. Aún cuando en el Criollo el efecto del período de servicio fue despreciable, los coeficientes de correlaciones no incluyen por supuesto lactancias en que las vacas no fueron cargadas. Estas eliminaciones fueron obligadas, ya que algunos animales por no haberse cargado se les permitió lactar un período excesivamente largo.

Siguiendo el mismo procedimiento empleado para la determinación del índice de herencia en producción de leche, los resultados obtenidos para largo de lactancia se indican en el Cuadro 18.

El índice de herencia estimado ($2 \times .0046$), fue de $.009 \pm .186$. Este valor es muy cercano a cero y los límites de confianza $\pm .186$ son extremadamente amplios. Estos valores encontrados demuestran que con la información acumulada hasta el momento, las posibilidades de selección directa sobre este carácter son muy escasas.

El índice de constancia estimado para el largo de lactancia fue de $.458$ que al igual que en el índice de herencia fueron inferiores a los obtenidos en producción de leche.

CUADRO 18. Resultados de las regresiones intratoro.

Nombre del toro	Número de pares madre-hija	b
Palacios	28	+ .063
Rey Grande	4	-0.804
Rey Chico	4	+ .492
Panchito Rey	6	+ .284
Coqueto	11	-0.156
Precioso	4	+ .038
Limeño	9	-0.209
Dandy I	9	+ .090
Consentido	7	+ .232
Apuestino	4	-0.863
Total	86	+ .0046



Foto 7. "Flor de Mayo" vaca Criollo importada desde Nicaragua en 1961 que produjo en su primera lactancia registrada en Turrialba 3,674 Kg con 6.5% de grasa a una edad aproximada de 15 años.

III. Porcentaje de grasa

A. Factores considerados para estimar sus efectos sobre porcentaje de grasa

En el estudio del porcentaje de grasa también se tomaron en cuenta, edad de los animales, edad al primer parto, período de servicio, período seco y época del año. El efecto de estos factores en muchos casos, no bastó para explicar algunos fenómenos peculiares ocurridos en la estimación de este carácter. Otros posibles efectos como el de la mastitis y tipo de ordeño que pueden haber influido en el porcentaje de grasa no pudieron estimarse, pero se mencionarán más adelante.

En el Criollo sólo se encontraron efectos significativos entre períodos del año y edad de los animales. El porcentaje de grasa del Jersey, no se vió afectado por ninguna de estas variables.

B. Período del año

Los resultados encontrados a través de los análisis de varianza en período del año se indican en el Cuadro 19.

En el Criollo desconcierta el hecho que la época del año tenga mayor efecto sobre porcentaje de grasa que sobre producción de leche y largo de lactancia, hecho que se contradice con la literatura (5, 41). En el Jersey este mismo fenómeno no se manifestó.

Los promedios generales de porcentaje de grasa indicados en el Cuadro 21, indican una diferencia de .71% entre las vacas criollas fundadoras y las nacidas en Turrialba. Para poderse explicar este

CUADRO 19. Análisis de varianza para porcentaje de grasa (Criollo y Jersey).

Fuente de variación	G. L.	Criollo	Jersey
		Cuadrado medio	Cuadrado medio
^a Entre años	10	3.06**	.43**
Entre épocas	3	1.72**	.32
Interacción	30	0.51*	.99
^b Entre partos	4	0.78**	.24
Entre épocas	3	0.14	.21
Interacción	12	0.85**	.14

^a Los primeros años se agruparon por el poco número de informaciones.

^b El parto 5 y superiores se agruparon.

fenómeno, así como también el efecto estacional se hicieron nuevos análisis de varianza considerándose como población aparte a las vacas fundadoras. En este caso sólo presentó significancia entre épocas el grupo de vacas fundadoras.

La explicación de este fenómeno debe buscarse primero en las condiciones climatéricas de los períodos considerados, sin embargo, la mayor precipitación del período IV, correspondiente a los meses de noviembre, diciembre y enero, constituye una explicación muy pobre por haberse presentado sólo en este grupo de animales. Un agrupamiento al azar de las vacas de más edad y con mayor incidencia de mastitis en el período IV, cuyo promedio en porcentaje de grasa fue de 3,95% comparado

con las otras tres etapas de 4,41%, puede ser también una explicación. Sin encontrar la o las razones que provocaron este fenómeno, se corrigieron las informaciones de las vacas fundadoras, utilizándose para ello un factor de ajuste multiplicativo de 1,077 el cual se obtuvo dividiendo el promedio de los períodos I, II, y III por el del IV.

C. Edad de los animales

Los porcentajes de grasa se corrigieron por edad haciéndose el ajuste con posterioridad al de época del año.

Debe recalcarse nuevamente en este punto que las vacas fundadoras presentaron un promedio de porcentaje de grasa inferior (0,71%) al de las vacas nacidas en Turrialba. Estos promedios más bajos pueden atribuirse a un efecto confundido de edad, mastitis, especialmente con alta incidencia en los primeros años, y tipo de ordeño que en muchos casos se hizo con la cría, que mamaba la última porción de leche que es la más rica en materia grasa. Sin poder estimar la importancia relativa de los factores antes mencionados, se optó por considerar como apropiado para las vacas fundadoras un factor de ajuste equivalente a la reducción que existió de segundo a quinto parto estimada a través de las vacas nacidas en Turrialba. Los porcentajes promedios de grasa para las vacas Criollas (nacidas en Turrialba y fundadoras) y Jersey se indican en el Cuadro 20.

Se observa en general en el Criollo una disminución fuerte posterior al primer parto, permaneciendo luego más o menos constante en lactancias posteriores. Del quinto al sexto parto se observa nuevamente una fuerte reducción.

CUADRO 20. Promedios de porcentaje de grasa en las diferentes lactancias en el Criollo y Jersey.

Número del Parto	Criollo					Jersey		
	Vacas nacidas en Turrialba	Número	Vacas fundadoras	Número	Total	Número	Total	Número
1º Parto	5.16±.51	121	4.72±.35	9	5.13±.51	130	4.88±.40	46
2º Parto	4.96±.71	83	4.56±.47	12	4.91±.69	95	4.94±.40	49
3º Parto	4.96±.48	51	4.55±.54	12	4.88±.51	63	4.88±.37	38
4º Parto	4.90±.41	41	4.54±.37	8	4.84±.42	49	4.75±.28	21
5º Parto	4.95±.55	23	4.66±.44	8	4.88±.53	31	4.79±.26	15
6º Parto	4.85±.59	19	4.48±.30	5	4.77±.56	24	4.68±.42	21
Promedio	5.02±.49	337	4.59±.42	54	4.97±.51	391	4.85±.39	190

En el Criollo al estudiar los cambios entre lactancias sucesivas de los mismos animales la tendencia fue muy similar. La información se corrigió al segundo parto utilizándose desde el primero al quinto parto factores de ajuste aditivos de -.17, 0, + .05, + .03 y + .19% en el mismo orden.

En la raza Jersey las diferencias no fueron significativas, razón por la cual no se ajustó por este factor.

D. Cambios en la producción de leche de las razas Criollo y Jersey a través de los años.

En el Cuadro 21, se observa que el Criollo presenta un porcentaje de materia grasa superior a la del Jersey. Este hecho parece

CUADRO 21. Porcentaje de grasa en la raza Criollo y Jersey*

Año	Clave	Nacidas en Turrialba	n	Criollo		Total	n	Jersey	
				Fundadoras	n			Total	n
1947-52	1			4.24±.71	30	4.24±.71	30	4.42±.17	11
	2			4.57±.66	30	4.57±.66	30		
1953	1			4.16±.77	21	4.16±.77	21	4.60±.14	14
	2			4.30±.65	21	4.30±.65	21		
1954	1	5.05±.77	2	4.30±.36	25	4.36±.77	27	4.86±.33	13
	2	4.88±.77	2	4.51±.41	25	4.54±.44	27		
1955	1	5.15±.50	15	4.40±.53	19	4.73±.64	34	4.96±.30	17
	2	5.01±.48	15	4.54±.46	19	4.75±.52	34		
1956	1	4.96±.51	23	4.37±.39	19	4.69±.54	42	5.02±.30	16
	2	4.85±.48	23	4.58±.19	19	4.73±.46	42		
1957	1	5.16±.45	26	4.50±.52	10	4.97±.55	36	4.72±.32	17
	2	5.08±.44	26	4.76±.51	10	4.99±.47	36		
1958	1	4.95±.50	28	4.20±.47	5	4.84±.56	33	4.77±.39	18
	2	4.91±.51	28	4.52±.54	5	4.85±.52	33		
1959	1	5.11±.60	48	4.35±.24	4	5.05±.62	52	4.97±.39	21
	2	5.06±.58	48	4.66±.36	4	5.03±.58	52		
1960	1	4.98±.50	41	4.53±.40	3	4.97±.50	44	4.94±.41	22
	2	4.98±.50	41	4.83±.35	3	4.97±.49	44		
1961	1	5.12±.47	52			5.12±.47	52	5.01±.41	24
	2	5.13±.46	52			5.13±.46	52		
1962	1	5.05±.44	63			5.05±.44	63	4.87±.36	20
	2	5.04±.44	63			5.04±.44	63		
1963**	1	4.68±.87	40			4.68±.87	40	4.57±.26	12
	2	4.84±.44	40			4.84±.44	40		
Total	1	5.02±.56	338	4.31±.63	136	4.81±.66	474	4.85±.37	197
	2	5.00±.49	338	4.54±.53	136	4.89±.54	474		

* Las lactancias consideradas incluyen información sobre el 5º parto.

** Año 1963 incompleto.

1 = Producciones sin corregir.

2 = Producciones corregidas por edad y época, pero en este último caso sólo las vacas fundadoras.

insólito, ya que nunca se ha hecho selección directa a favor de este carácter en esta raza. El Jersey, en cambio, se ve notoriamente disminuido con respecto a su habitat de origen, donde fluctúa alrededor de 5.2%.

Explicaciones de este descenso en el Jersey deben encontrarse en la mastitis y en la alimentación mucho más alta en fibra y baja en proteína de la que es posible obtener en climas templados. Una respuesta al grado en que estas causas puedan haber influido solo podrían conocerse en años futuros cuando las hijas producto de semen congelado puedan compararse con sus medias hermanas contemporáneas en Estados Unidos.

La tendencia en ascenso que se observa a través de los años en el porcentaje de grasa del Criollo (Cuadro 21) es continua. Esta tendencia, sin embargo, solo es un efecto de posición, ya que considerándose por separado las vacas fundadoras y nacidas en Turrialba se nota completamente errática.

E. Estimación de los parámetros genéticos

El índice de herencia se estimó en todas las etapas en forma similar a los dos caracteres analizados en los capítulos anteriores.

Los resultados obtenidos se indican en el Cuadro 22.

El índice de herencia estimado ($2 \times .182$), fue $.364 \pm 0.28$. Este coeficiente se acerca bastante a estimaciones semejantes hechas en este carácter en varios lugares (5) y posee límites de confianza estimados bastante estrechos.

Los índices de constancia fueron de .523 en el Criollo y de .512 en el Jersey, en ambos casos inferiores a los obtenidos en producción de leche.

CUADRO 22. Resultado de las regresiones intratoro.

Nombre del toro	Número de pares madre-hija	b
Palacios	29	+ .1909
Sabroso	4	-0.1555
Rey Grande	12	+ .5841
Rey Chico	5	-0.0869
Panchito Rey	6	+ .5893
Coqueto	12	+ .3516
Precioso	7	-0.3231
Limeño	12	-0.0425
Ganancio	6	+ .2734
Dandy I	10	-0.0115
Consentido	9	-0.0110
Apuestino	4	+ .7229
Total	115	+ .1820

Ultimos toros que se les hizo prueba de progenie en Turrialba

Foto 8. "Cucaracho" uno de los toros más sobresalientes descubiertos en los últimos años cuyas hijas con lactancia terminada a producido en su primera lactancia un promedio superior a 2.000 Kg de leche.



Foto 9. "Fistol" toro cuyas hijas con lactancia terminada han producido en su primer parto un promedio inferior a 1.000 Kg de leche.

IV. Mejoramiento anual genético en producción de leche, largo de lactancia y porcentaje de grasa en la raza Criollo

A. Producción de leche

Para estimar el mejoramiento anual genético, se dividió la población en tres grupos de vacas contemporáneas. El cálculo por tanto se hizo dentro de cada grupo ponderándose el número de vacas utilizadas de acuerdo al número de hijas que hubieran tenido en el hato. Los resultados obtenidos en producción de leche se indican en el Cuadro 23.

CUADRO 23. Comparaciones entre vacas (sin seleccionar) con sólo dos partos contra vacas (seleccionadas) con 1 a 5 lactancias.

Períodos	Superioridad fenotípica (1ª a 2ª vs 1ª a 5ª)	Superioridad genética (1ª a 2ª vs 1ª a 5ª)	Nº de hijas
	Kg	Kg	
1 (Fundadoras)	+ 79,86	+12,62	55
2 1954-56	+124,40	+19,65	35
3 1957-60	+ 63,63	+10,05	31
Total	+ 88,58	+14,01	121

El mejoramiento obtenido a través de la selección de las madres de toros, se estimó en forma semejante. En este caso cada hembra se ponderó de acuerdo al número de hijas que su hijo tenía en el hato.

Los resultados se muestran en el Cuadro 24.

CUADRO 24. Diferencial de selección estimado a partir de las madres de los toros (I_{CB}).

Grupo	Superioridad genética estimada de las madres (basada en el \bar{X} de los hijos)	Nº de toros	Nº de hijas
	Kg		
1			
Hijos de vacas fundadoras	81.72	7	57
2			
Hijos de vacas nacidas en Turrialba	42,96	3	11
Total	75.44	10	68

La suma de los valores $I_{CC} + I_{CB}$ fue de 89,45 Kgs, que representan el mejoramiento genético por generación.

El intervalo entre generaciones se calculó en base a los individuos del hato, con los siguientes resultados:

$$L_{CC} = 3,86 \text{ años (vacas madres de vacas)}$$

$$L_{CB} = 7,07 \text{ años (vacas madres de toros)}$$

$$L_{BC} = 3,65 \text{ años (toros padres de vacas)}$$

$$L_{BB} = 3,75 \text{ años (toros padres de toros)}$$

$$\Sigma L = 18,03 \text{ años}$$

$$1/4 \Sigma L = 4,51 \text{ años (intervalo entre generaciones)}$$

La estimación del mejoramiento genético por año fue por tanto de

$$\frac{89,45}{18,03} = 4,96 \text{ Kgs.}$$

El intervalo entre generaciones ($1/4\Sigma L$) encontrado es excepcionalmente corto si se compara con otros obtenidos en estudios hechos en razas zebuinas y concuerda con las cifras dadas por Lush (45), en ganado lechero en regiones templadas de 4 a 4,5 años.

El valor del método propuesto por Rendel y Robertson (69) para evaluar el mejoramiento anual genético, reside no tanto en el valor absoluto del avance logrado, sino que más bien, en la comparación con el óptimo considerado en 1% anual. En este caso se ha aumentado 4,96 Kgs sobre un máximo posible de 17,28 Kgs. La eficiencia relativa ha sido por tanto de ,29%.

El resultado obtenido a través de la selección, aún cuando demuestra que esta raza es susceptible de mejorarse por este sistema de cría, se aleja bastante del máximo teórico. Una posible explicación a esto obedece al hecho que la diferencial de selección se obtuvo comparando vacas con hijas en el hato de más de dos partos. Fue necesario hacerlo en esta forma, por el poco número de vacas eliminadas en el primer parto con más de 150 días de lactancias y con descendencia en el hato. Esta medida se adoptó aún sabiéndose de antemano que se reduciría el diferencial de selección.

Las causas de mayor peso, sin embargo, cuya solución o conocimiento en años futuros debe acelerar posiblemente el proceso selectivo, pueden resumirse en todas aquellas medidas que aumenten el diferencial de selección y disminuyan el intervalo entre generaciones.

B. Largo de lactancia

El mejoramiento genético sobre largo de lactancia no pudo estimarse por ser el índice de herencia muy cercano a 0 (h^2 009).

C. Porcentaje de grasa

El porcentaje de grasa no ha constituido una preocupación de primer orden y el mejoramiento de ,0554% por año sólo se explica por el hecho que las vacas han sido seleccionadas por su producción de leche corregida a 4% de grasa y en este caso la eficiencia fue de 11%.

V. Algunas consideraciones relativas al desarrollo futuro de este hato

Uno de los factores que hace aparecer más inalcanzable en hatos nativos del trópico un mejoramiento de 1% anual, lo constituye el número de reemplazos disponibles anualmente. Esta aseveración no debe de buscársele su justificación en la fertilidad, que por lo menos en este hato ha sido buena, sino que más bien en el temperamento de los animales que obliga año a año eliminar un gran número de vacas sin conocer su valor real, por el hecho de retener la leche, si no se les ordeña con becerro.

¿Es este un factor genético o ambiental? La respuesta que posiblemente menos se aleja de la realidad puede ser que ambas fuentes de variación influyen, aún cuando su importancia relativa se desconozca. El hecho que exista, sin embargo, una base genética, no puede desconocerse, desde el momento que se presenta en el Criollo y casi no existe en el Jersey, raza que se ha usado como comparador en este caso.

La observación del comportamiento de las hijas de diferentes toros, que se presenta en el Cuadro 25 constituye también un buen criterio para suponer que existan posibilidades de eliminar este problema a través de la selección.

CUADRO 25. Porcentaje de lactancias anormales de las hijas de cada toro.

Toros	Causas de eliminación				Total vacas con lac tancias anormales		Total de prime ras lactancias	Porcentaje de lactancias anormales por razones A B
	A	B	C	D	E	F		
Consentido	-	-	1	-	-	1	10	0
Coqueto	-	-	3	-	-	3	18	0
Héctor	-	-	-	-	-	0	3	0
Limeño	-	-	-	-	1	1	13	0
Palacios	3	1	-	3	1	8	41	10
Panchito Rey	1	-	-	-	1	2	9	11
Rey Chico	-	2	2	-	1	5	12	17
Dandy I	2	1	-	2	-	5	15	20
Precioso	1	2	-	-	2	5	12	25
Rey Grande	2	3	-	-	2	7	19	26
Callao	-	1	-	-	-	1	3	33
Ganancio	2	2	-	-	-	4	10	40
Apuestino	3	-	-	-	-	3	7	43
Floreño	1	2	-	1	-	5	7	43
Sabroso	2	5	-	-	2	9	12	58
Total	17	19	6	3	10	4	191	20

A = Vacas que no bajan la leche.

B = Vacas sin indicaciones, pero con lactancias inferiores a 150 días.

C = Mastitis.

D = Otras causas (accidentes, enfermedades, etc.)

E = Esterilidad

F = Aborto

Hasta el momento sólo se han hecho esfuerzos por reducir este fenómeno por un mejor manejo de las novillas de lechería, pero muy poca atención se le ha dedicado a la eliminación de toros hijos de animales que han presentado este fenómeno en alto grado. Esta puede ser la principal explicación de no haberse reducido el porcentaje de vacas con esta anomalía como se observa en el Cuadro 26.

Todos los esfuerzos que se hagan por disminuir este tipo de animales, será de primordial importancia en las posibilidades futuras de la selección de este hato, ya que hasta el momento se ha perdido gran parte de su efectividad en la eliminación de animales con menos de 150 días de producción en su primera lactancia. Si a este hecho se agrega la gran incidencia de mastitis de los primeros años, se concluye que gran parte de las eliminaciones hechas fueron obligadas, debiéndose buscar en estas causas las razones básicas por la cual la selección fue en efecto poco eficiente y no pudo rendir mejores frutos.

Las inconveniencias del uso de la prueba de toros en hatos de menos de 100 vacas son resumidas por de Alba y Muñoz (7), en tres categorías principales:

1. Aumento de la consanguinidad.
2. Escasez de vientres para aprovechar los toros probados una vez que se encuentran.
3. Inexactitud de las pruebas cuando se obtienen pocas hijas de cada toro.

Specht y McGuilliard (82), concuerdan en este aspecto, estableciendo que estos factores hacen a la prueba de progenie cuando se usa en hatos pequeños, menos eficiente que el simple medio de dejar hijos de las mejores vacas.

CUADRO 26. Porcentaje de primeras lactancias anormales en el hato Criollo.

Años	Causas de eliminación				Total vacas con lactancias anormales	Total de primeras lactancias	Porcentaje de lactancias anormales por razones A y B	Porcentaje de lactancias anormales
	A	B	C	D				
1954	-	-	-	-	0	2	0	0
1955	-	1	-	-	1	14	7	7
1956	1	3	-	-	4	18	22	22
1957	-	1	2	-	1	20	5	25
1958	2	1	1	-	2	18	17	39
1959	1	3	-	-	1	26	15	23
1960	4	6	-	1	3	30	33	47
1961	4	-	1	-	1	23	17	30
1962	6	2	2	2	-	33	24	36
1963	-	2	-	-	3	13	15	33
Total	18	19	6	3	11	4	61	197
Porcentajes	29	31	10	3	18	7	19	31

A = Vacas que no bajan la leche
 B = Vacas sin indicaciones, pero con lactancias inferiores a 150 días.
 C = Mastitis.
 D = Otras causas (accidentes enfermedades, etc.)
 E = Esterilidad.
 F = Aborto.

La prueba de progenie ha sido abandonada en los últimos años. Sin embargo, en un análisis retrospectivo de lo ocurrido hasta el momento, debe de tomarse también en cuenta. Si se acepta además la posibilidad que existiesen genes específicos, independientes de los de producción de leche que provocasen la no bajada de esta, entonces esta constituiría una nueva razón para evitar que un toro dejase un exceso de hijas antes de conocersele por lo menos a través de una muestra pequeña de descendencia.

La medida que más urge tomar es el aumento en el número de vacas en el hato, lo que debe procurarse a toda costa, ya sea por importación o cruzamientos absorbentes con otras razas.

Un análisis detallado de los resultados obtenidos en el intervalo entre generaciones, demuestra que la edad promedio de las vacas seleccionada que han dejado toros en el hato, ha sido excesivamente largo.

Este valor debe atribuirse principalmente al hecho que se ha esperado hasta el momento mucho tiempo para decidir cuando una vaca merece ser madre de un toro. Aún reconociéndose que esta fue muchas veces la única posibilidad en años pasados no representa en el presente, una política que convenga continuar.

El valor del índice de constancia de 0,654 y los resultados obtenidos de las correlaciones entre los primeros 30 días y 10 días de máxima producción con los records completos de la primera y segunda lactancia (Cuadro 27) indican que no existen razones para suponer que esta raza se aleja mucho de los resultados obtenidos en países de clima templado.

CUADRO 27. Valor de records parciales como estimadores de la producción de leche en una lactancia*.

	Producción de leche			
	Sin corregir		Corregida 4% grasa	
	r	b	r	b
<u>Primera lactancia</u>				
Primeros 30 días de la primera lactancia	.675	7.44	.581	6.25
10 días de máxima producción de la primera lactancia	.682	22.10	.600	17.34
<u>Segunda lactancia</u>				
Primeros 30 días de la primera lactancia	.566	5.24	.571	4.34
10 días de máxima producción de la primera lactancia	.582	15.78	.242	9.07

* Todos los coeficientes son significativos a un nivel de probabilidad de 1%.

Basándose en estos resultados existe la posibilidad de ahorrar mucho tiempo si se retienen los machos hijos de vacas con altas producciones en los primeros 30 días de su primera lactancia. Esta política que a primera vista pudiera aparecer aventurada, por conocerse sólo una pequeña fracción de la vida productiva de los animales, no lo es en realidad, ya que esos machos pueden dejarse en observación por lo menos hasta que su madre cumpla tres lactancias antes de utilizarse.

Este plan de cría permitiría contar con más machos y con una

seguridad casi tan buena como la que se ha exigido hasta el momento que es la de que una vaca produzca sobre 10.000 Kgs en sus cuatro primeras lactancias, para recién pensar en que esta deje un toro, con el gran inconveniente de que este no siempre llega con la premura que se desea.

Los factores que se han mencionado parecen ser los que más han influido en los resultados alcanzados en producción de leche, sin embargo, una reducción en la edad al primer parto y una disminución en el porcentaje de mortalidad que ha sido de 17% (44) en el período en estudio, tenderían sin duda a favorecer también los propósitos de la selección. Los resultados alcanzados hasta el momento deben considerarse satisfactorios, si se toma en cuenta que gran parte de este período fue de formación del hato, donde muchas veces las decisiones tomadas fueron obligadas sin conocerse el valor de los animales en forma conveniente.

Por su precocidad, fertilidad y producción de leche, este es uno de los tipos nativos tropicales más promisorio que puede constituir en los próximos diez años, si se aprovechan las experiencias del pasado, una eficiente ayuda en la solución del problema lechero en el trópico.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo se hizo con el fin de estimar el mejoramiento genético en producción de leche, largo de lactancia y porcentaje de grasa en el hato Criollo lechero tropical de Turrialba.

La información usada en este estudio procede de records acumulados desde 1950 a 1964 de las razas Criollo y Jersey, de la Disciplina de Zoootenia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. En los análisis se consideraron lactancias sobre 150 días, usándose en todos los casos los primeros 305 días de producción de leche corregida a 4% de materia grasa. Por este procedimiento se incluyeron en los cálculos 190 vacas Criollas con 480 lactancias y 57 vacas Jersey con 201 lactancias.

Previo a la estimación del mejoramiento anual genético, se estimó el efecto de edad de los animales, edad al primer parto, período seco, período de servicio y época del año, tanto en producción de leche, largo de lactancia como porcentaje de grasa. El índice de herencia se estimó con las informaciones ajustadas por los factores no hereditarios mencionados anteriormente, que demostraron tener influencia en la producción de leche, largo de lactancia o porcentaje de grasa.

El mejoramiento anual genético se estimó por el procedimiento propuesto por Rendel y Robertson (71), obteniéndose los siguientes resultados:

1. En producción de leche se obtuvo un mejoramiento anual genético de 4,96 Kg por año. Este valor comparado con la máxima expectación teórica en estas condiciones de 1% anual, que en este trabajo representa 17,28 Kg y expresa una eficiencia de

la selección de 29%.

2. El mejoramiento genético alcanzado en largo de lactancia se consideró nulo por ser el índice de herencia muy cercano a 0 ($h^2 = ,009 \pm ,184$).
3. El mejoramiento genético en porcentaje de grasa fue de ,0054% por año. El porcentaje promedio de materia grasa del hato fue de 4,98%, lo que indica que la selección indirecta hecha sobre este carácter, por haberse seleccionado las vacas en base a su producción de leche corregida a 4% de materia grasa, tuvo una eficiencia de 11%.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

This study was an effort to evaluate the genetic improvement in milk yield, lactation length and fat percentage of the tropical milking Criollo herd at Turrialba. The data used came from records accumulated from 1950 to 1964 on the milking Criollo and Jersey herds of the Animal Husbandry Department of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences. One hundred and ninety Criollo cows with 480 lactations, and 57 Jersey cows with a total of 201 lactations were studied. Only lactations of over one hundred and fifty days were considered. These lactations were adjusted to a 305-day 4% fat basis.

Previous to estimating annual genetic improvement, it was first necessary to estimate the effect of several factors on milk production, length of lactation and fat percentage. These factors were: season, age of cow, age at first calving, length of dry period, and the length of the service period. All were found to have significant effects. Therefore adjustments were made for them before making heritability estimates.

Criollo annual genetic improvement was estimated by the method of Rendel and Robertson. Results were as follows:

1. For milk production, annual genetic improvement was 4.96 Kgs per year. This 4.96 Kg improvement represents a selection efficiency of 29% when it is compared with a maximum theoretical rate of 1% per year, which, for this study, would be 17.28 Kg.
2. Annual genetic improvement for lactation length was

considered null because heritability was very close to zero ($h^2 = .009 \pm .184$).

3. The genetic improvement of fat percentage was .0054% per year. The mean fat percentage of the herd was 4.98%. Since selection of cows was on the basis of their production corrected to a 4% fat basis, selection for fat percentage was indirect. The above figure indicates that this indirect selection had an efficiency of 11%.

LITERATURA CITADA

1. AGCANAS, P. B., RIGOR, T. V. y ADAN, C. L. The breeding activities of Tharparkar, Red Sindhi and Murrah buffalo cows at the Pangasinan breeding station. Philippine Journal of Animal Industry 15(1-2):73-79. 1955.
2. _____ Observaciones sobre las razas criollas de Colombia. Comunicaciones de Turrialba nº 52. 1955. 20 p.
3. ALBA, J. de. El ganado Caracú, auténticamente brasileño. Hacienda 55(7):10. 1960.
4. _____ El ordeño con ternero y la eficiencia reproductiva en el bovino. Turrialba (Costa Rica) 10(2):64-68. 1960.
5. _____ Reproducción y genética animal. Turrialba, IICA, 1964. 446 p.
6. _____ y CARRERA, C. Selección de ganado criollo lechero tropical. Comunicaciones de Turrialba nº 61. 1958. 68 p.
7. _____ y MUÑOZ, H. Pruebas de toros en el ganado criollo de Turrialba. Turrialba (Costa Rica) 14(2):76-81. 1964.
8. ALIM, K. Reproductive rates and milk yield of Kenana cattle in Sudán. Journal of Agricultural Science 55(2):183-188. 1960.
9. _____ Environmental and genetic factors affecting milk production of Butana cattle in the Sudan. Journal of Dairy Science 45(2):242-247. 1962.
10. ARAVE, C. W., LABEN, R. C. y MEADS, W. Measurement of genetic change in twelve California dairy herds. Journal of Dairy Science 47(3):278-283. 1964.
11. BODISCO, V. y CARMEVALLI, A. Mortandad de becerros Criollos y Pardo Suizos en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela. 1962. 10 p. (Mecanografiado)
12. _____ y MAZZARI, G. Eficiencia reproductiva de las vacas Criollas y Pardo Suizas en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela. Boletín nº 14. 1962. 24 p.

13. BODISCO, B. y RIOS, C. E. Un aporte al conocimiento del ganado productor de leche de la región de Carora, Estado de Lara. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela. Boletín nº 12. 1962.
- ✓ 14. _____ et al. Comportamiento de ganado criollo lechero, en fincas privadas de la región de Río Limón en el Estado de Zulia. I. Informaciones preliminares. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela. Boletín nº 13. 1962. 17 p.
15. BONSMAN, S. Breeding cattle for increased adaptability to tropical and subtropical environments. Journal of Agricultural Science 39(2):204-221. 1949.
16. BRANTON, C., et al. Growth and production characteristics of Holstein Friesian, Brown Swiss and Red Sindhi crossbred females in Louisiana and Maryland. Journal of Dairy Science 44(7):1344-1355. 1961.
17. BROWN, C. J. Heritability of weight and certain body dimensions of beef calves at weaning. Arkansas Agricultural Experiment Station. Bulletin nº 597. 1958. 29 p.
18. BROWN, D. L. The Nguni breed of cattle. III. Yield and composition of milk; Haemoglobin and phosphate blood levels; coat color and skin characteristics. Empire Journal of Experimental Agriculture 29(113):88-99. 1961.
19. BUDOWSKI, G. y SCHREUDER, G. The climate at Turrialba. Communications from Turrialba nº 68. 1960. 36 p.
20. CARMO, J., DO y BATISTA, C. Estudo sobre o comportamento de raça Holandesa var. Malhada de Preto, na Fazenda Experimental de Criação "Santa Mônica", Barão de Juparana, Estado do Rio de Janeiro. Brasil, Instituto de Zootecnia (I.N.P.A.M.A.). Boletín nº 29. 1961. 28 p.
21. CARNEIRO, G., BROWN, P. y POMPEU, S. M. Eficiência reproductiva de raças leiteiras europeias em Pedro Leopoldo. Arquivos da Escola Superior Veterinária de U. R. E. M. G. 10:25-28. 1957.
22. _____ y LUSH, J. L. Reproductive rates and growth of purebred Brown Swiss cattle in Brazil. Journal of Dairy Science 37(10):1145-1157. 1954.
23. CARTER, W. Effectiveness of artificial insemination in dairy cattle improvement. Journal of Dairy Science 45(2):274-281. 1962.

24. CEYLAN. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Administration report of the director of Agriculture for 1961-1962. Colombo, Govy. Publications Bureau, 1962. (Original no consultado; compendiado en Animal Breeding Abstract 32(2):131. 1964).
25. CORREA, A. S. Informação sobre o melhoramento do Zebu para leite na Fazenda Experimental de Criação em Uberaba. Revista Ceres (Brasil) 10(55):58-76. 1956.
26. DANASOURY, M. S. y BAROUMI, M. S. Age at first calving and its effect on first calving interval and first milk yield. Indian Journal of Dairy Science 15:131-138. 1962. (Original no consultado; compendiado en Animal Breeding Abstract 32(2):149. 1964).
27. EL-ISSAWI, H. F. y REMPEL, W. E. Heritability of growth rate in inbred swine based on a crossbred fundation. Journal of Animal Science 20(3):593-596. 1961.
28. EL-ITRIBY, A. A. y ASKER, A. A. Some production characteristics of native cattle Friesian, Shorthorn and their crosses in Egypt. Empire Journal of Experimental Agriculture 26(104):314-321. 1958.
29. ELSTON, C. R. The estimation of genetic gain in milk yield due to sire selection over a period of time. Ph. D. Thesis. New York, Cornell University, 1959. 92 p. (Mecanografiada)
30. FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. New York, Ronald Press, 1961. 365 p.
31. FREEMAN, A. E. y HENDERSON, C. R. Genetic structure of dairy cattle herds in terms of additive and dominance relationship. Journal of Dairy Science 42(4):621-625. 1959.
32. GALUKANDE, E. B., MAHADEVAN, P. y BLACK, J. G. Milk production in East African Zebu cattle. Animal Production 4(3):329-336. 1962.
33. GETHIN, R. H. The age at first calving of dairy cattle in relation to subsequent performance. Animal Breeding Abstract 18(2):133-141. 1950.
34. GOULDEN, C. H. Methods of statistical analysis. 2nd ed. New York, Sons, 1952. 467 p.
35. HANCOCK, J. y PAYNE, W. The direct effect of tropical climate on the performance of european-type cattle. I. Growth. Empire Journal of Experimental Agriculture 23(89):55-74. 1955.
36. HENDERSON, C. R. Estimation of changes in herd environment. Journal of Dairy Science 32:706. 1949.

37. HICKMAN, C. G. Effects of level of herd environmental. I. Relationship between yield and age. *Journal of Dairy Science* 45(7):861-864. 1962.
38. INDIA. ALLAHABAD AGRICULTURAL INSTITUTE. Report on research work conducted under different department of Allahabad Agricultural Institute. *Allahabad Fmr.* 36(6):1-24. (Original no consultado; compendiado en *Animal Breeding Abstract* 32(1):10. 1964).
39. JAMAICA. MINISTRY OF AGRICULTURE. Annual report for the year ended 31 Dic., 1959. Kingston, Govt. Printer, 1960. 123 p. (Original no consultado; compendiado en *Animal Breeding Abstract* 30(2):149. 1962).
40. JOHANSSON, I. Genetic aspects of dairy cattle breeding. Urbana, University of Illinois Press, 1961. 259 p.
41. _____ The heritability of milk and butterfat yield. *Animal Breeding Abstract* 18(1):1-12. 1950.
42. JOSHI, N. R. y PHILLIPS, R. W. Zebu cattle of India and Pakistan. Roma, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 1955. 255 p.
43. LEON, S. B. DE y RIGOR, T. V. The Sahiwal cattle under Alabang conditions. *Philippine Journal of Animal Industry* 16(3-4):163-168. 1957.
44. LUNA, J. A. Mortalidad de becerros en las razas Criollo, Jersey y Sindhi Suizo en Turrialba. 10 p. (Sin publicar) Mecanografiado.
45. LUSH, J. L. Animal breeding plans. 3rd ed. Ames, Iowa State University Press, 1945. 442 p.
46. _____ Improving dairy cattle by breeding. I. Current status and out look. *Journal of Dairy Science* 43(5):702-706. 1960.
47. _____ y SHRODE, R. R. Changes in milk production with age and milking frequency. *Journal of Dairy Science* 33(5):338-357. 1950.
48. McDOWELL, R. E. Physiological approaches to animal climatology. *Journal of Heredity* 49(2):52-61. 1958.
49. _____, FLETCHER, J. L. y JOHNSON, S. C. Gestation length, birth weight and age at first calving of crossbred cattle with varying amounts of Red Sindhi and Jersey breeding. *Journal of Animal Science* 18(4):1430-1437. 1959.

50. McDOWELL et al. Production characteristics of Jersey and Red Sindhi-Jersey crossbred females. *Journal of Dairy Science* 44(1):125-140. 1961.
51. MADDEN, D. E. Relations between parts of lactations and the real producing ability of Holstein cows. Ph. D. Thesis. Iowa State College, 1954. 83 p. (Fotocopia).
52. MAHADEVAN, P. The effect of environment and heredity on lactation. I. Milk yield. *Journal of Agricultural Science* 41(1-2):80-88. 1951.
53. _____ The effect of environment and heredity on lactation. II. Persistency of lactation. *Journal of Agricultural Science* 41(1-2):89-93. 1951.
54. _____ Genetic improvement in milk yield due to selection in a herd of Sinhala cattle. *Tropical Agriculturist* 107(3):161-167. 1951.
55. _____ The general life and production statistics of the Sinhala cattle of Ceylon. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 21(81):55-60. 1953.
56. _____ Repeatability and heritability of milk yield in crosses between Indian and European breeds of dairy cattle. *Empire Journal of Experiment Agriculture* 22(86):93-96. 1954.
57. _____ Population and production characteristics of Red Sindhi cattle in Ceylon. *Journal of Dairy Science* 38(11):1189-1206. 1955.
58. _____ Variation in performance of european dairy cattle in Ceylon. *Journal of Agricultural Science* 48(2):164-170. 1957.
59. _____ Dairy cattle in the tropics. Edinburg, Commonwealth Agr. Bureaux, 1958. 88 p.
60. _____ y GALUKANDE, E. B. A genetic study of the Sahiwal grading-up scheme in Kenya. *Animal Production* 4(3):337-342. 1962.
61. _____ y MARPLES, H. J. S. An analysis of the Entebbe herd of Nganda cattle in Uganda. *Animal Production* 3(1):29-40. 1961.
62. MARPLES, H. J. S. An analysis of milk production in the Shorthorn Zebu herd at Entebbe. *Tropical Agriculture* 41(1):15-20. 1964.

63. MAULE, J. P. Cows breeding experiments with dairy cattle in the tropics. *Animal Breeding Abstract* 21(2):105-121. 1953.
64. MILLER, R. H. y MCGILLIARD, L. D. Relations between weight at first calving and milk production during the first lactation. *Journal of Dairy Science* 42(12):1932-1943. 1959.
65. NARVAEZ, G. La productividad de las razas Jersey y Holstein en clima tropical húmedo y bajo un régimen de estabulación completo. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1949. 76 p. (mecanografiado).
66. PAEZ, G. Métodos de Investigación en producción animal. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1964. 267 p.
67. PAYNE, W. J. A. y HANCOCK, J. The direct effect of tropical climate on the performance of european type cattle. II. Production. *Empire Journal of Experiment Agriculture* 25(100):321-238. 1957.
68. PHILLIPS, R. W. La cría de ganado en ambientes desfavorables. Roma, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 1955. 183 p.
69. RENDEL, J. M. y ROBERTSON, A. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *Journal of Genetics* 50(1):1-8. 1950.
70. _____ et al. The inheritance of milk production characteristics. *Journal of Agricultural Science* 48(4):426-431. 1957.
71. RICE, A. V. et al. Breeding and improvement of farm animals 5th ed. New York, McGraw Hill, 1957. 537 p.
72. RIGOR, T. V., LEON, R. S. DE y SILVERIO, V. G. Observation on the Sahiwal cattle under Alabang conditions. *Philippine Journal of Animal Industry* 19(1-4):79-83. 1959.
73. RIOS, C. E. y BODISCO, V. Estado actual de los estudios de ganado lechero en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela. Boletín Técnico nº 11. 1962. 13 p.
74. ROLLINSON, D. H. L. Hereditary factors affecting reproductive efficiency in cattle. *Animal Breeding Abstract* 23(3):215-249. 1955.

75. ROTHE, A. E. et al. Incidence of mastitis by breed, age, stage of lactation and its effect upon milk and fat production. Journal of Dairy Science 47(6):713. 1964.
76. SANDERS, H. G. The variations in milk yields caused by season of the year, service, age, and dry period, and their elimination. II. Service. Journal of Agricultural Science 17(4):502-523. 1927.
77. _____ The variations in milk yields caused by season of the year, service, age and dry period and their elimination. III. Age. Journal of Agricultural Science 18(1):46-67. 1928.
78. _____ The variation in milk yields caused by season of the year, service, age and dry period and their elimination. IV. Dry period, and standarization of yields. Journal of Agricultural Science 18(2):209-251. 1928.
79. SEARLE, R. Estimating the heritability of butterfat production. Journal of Agricultural Science 57(3):289-294. 1961.
80. _____ Number of paired observations needed for estimating repeatability and heritability from regression analysis. Journal of Animal Science 21(2):426-427. 1962.
81. SINGH, S. B. y DUTT, M. Effect of the season of calving on milk production, lactation period and service period in Sahiwal cattle. Indian Veterinary Journal 40:362-364. 1963. (Original no consultado; compendiado de Animal Breeding Abstract 32(1):21. 1964.
82. SMITH, J. W. y LEGATES, J. E. Relation of days open and days dry to lactation milk and fat yields. Journal of Dairy Science 45(10):1192-1198. 1962.
83. SNEDECOR, G. W. Statistical methods. 5th ed. Ames, Iowa State University Press, 1956. 534 p.
84. SPECHT, L. W. y MCGILLIARD, L. D. Rates of improvement by progenie testing in dairy herds of various sizes. Journal of Dairy Science 43(1):63-75. 1960.
85. STONAKER, H. H. Estimates of genetic changes in an Indian Herd of Red Sindhi dairy cattle. Journal of Dairy Science 36(7):688-697. 1953.
86. _____, AGAWALA, O. P. y SUNDARESAN, D. Production characteristics of crossbreed, backcross and purebreed Red Sindhi cattle in the gangetic plains region. Journal of Dairy Science 36(7):678-687. 1953.

87. SUNDARESAN, D., ELDRIDGE, F. E. y ATKENSON, F. W. Age at first calving used with milk yield during first lactation to predict lifetime production of Indian cattle. *Journal of Dairy Science* 37(11):1273-1282. 1954.
88. TOUCHBERRY, R. W., ROTTENSTEN, K. y ANDERSEN, H. A. Association between service interval, interval from first service to conception, number of services perconception, and level of butterfat production. *Journal of Dairy Science* 42(7):1157-1170. 1959.
89. VANVLECK, L. D. Genetic parameters of five-month lactation records. *Journal of Dairy Science* 47(4):421-425. 1964.
90. _____ y HENDERSON, C. R. Estimates of genetics parameters of some function of part lactation records. *Journal of Dairy Science* 44(6):1073-1084. 1961.
91. _____ y HENDERSON, C. R. Extending part lactation milk records by regression ignoring herd effects. *Journal of Dairy Science* 44(8):1519-1528. 1961.
92. _____ y HENDERSON, C. R. Regression factors for extending part lactation milk records. *Journal of Dairy Science* 44(6):1085-1092. 1961.
93. WILLIAMS, E. y BUNGE, V. A. Development of the Zebu herd of Bukede at Serere, Uganda. *Empire Journal of Experiment Agriculture* 20(78):142-160. 1950.
94. WILSON, P. N. Further notes on the development of the Serere herd of Shorthorned Zebu cattle. *Empire Journal of Experiment Agriculture* 25(100):263-277. 1957.
95. _____ y HOUGHTON, T. R. The development of the herd of Holstein-Zebu cattle at the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 30(118):159-180. 1962.
96. WRIGHT, S. Coefficients of inbreeding and relationship. *American Naturalist* 56:330-338. 1922.