

PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DÍAS DE LA  
PRIMERA LACTANCIA, CON BASE EN LAS PRODUCCIONES  
PARCIALES DE LOS 30, 60, 90 Y 120 DÍAS

Tesis de Grado de Magister Scientiae

GREGOIRE B. DAUPHIN

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA  
Centro de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Zootecnia  
Turrialba, Costa Rica  
Septiembre, 1970

PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DÍAS DE LA  
PRIMERA LACTANCIA, CON BASE EN LAS PRODUCCIONES  
PARCIALES DE LOS 30, 60, 90 Y 120 DÍAS

Tesis

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

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:

Héctor Muñoz, Ph.D.

Consejero

Oliver Deaton, Ph.D.

Comité

Gilberto Páez, Ph.D.

Comité

Antonio Pinchinat, Ph.D.

Comité

Septiembre, 1970

A la memoria de  
mis padres  
Antoine y Francine  
y de mi tío  
Faton Pyrhon

A mi esposa  
A mis hijos

## AGRADECIMIENTOS

El autor se complace en expresar su gratitud a las siguientes personas:

A su Consejero Principal, Dr. Héctor Muñoz, por su firme apoyo y sus valiosas sugerencias en la realización de este trabajo.

Al Dr. Oliver Deaton por su guía, su entusiasmo sin límites y ayuda material en todas las fases de la tesis.

Al Dr. Antonio Pinchinat por sus consejos, siempre provechosos, durante los estudios y la realización de este trabajo.

Al Dr. Gilberto Páez por su abnegada colaboración en el procesamiento de los datos.

A los Srs. Rodrigo Mora y Sergio Bolaños por su cooperación en los trabajos preliminares de la tesis.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, IICA-CEI, por su colaboración.

A sus profesores y compañeros.

## BIOGRAFIA

Nacido el 29 de mayo de 1929 en Hinche, Haití, el autor realizó sus estudios primarios en su ciudad natal. Cursó sus estudios secundarios en Port-au-Prince, donde en 1951 ingresó en la "Ecole Nationale D'Agriculture", de la Universidad de Haití, graduándose de "Agronome" en 1955.

En ese mismo año se incorporó al Centro de Investigación Animal del Ministerio de Agricultura en el Plateau Central.

En 1962 pasó al servicio del Ministerio de la Educación Nacional de la República Democrática del Congo, donde trabajó en la enseñanza secundaria agrícola, hasta septiembre de 1968, ingresando en esa fecha en la Escuela para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgraduación en el Departamento de Zootecnia, aprobando su examen de grado el 12 de marzo de 1970.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	2
La producción de la primera lactancia como medida de selección .....	2
1. Características de la producción de la primera lactancia .....	3
2. Producciones parciales de la primera lactancia como medida de selección .....	6
3. Métodos empleados para la estimación de la producción total a partir de producciones parciales .....	10
III. MATERIALES Y METODOS .....	12
Ecuación de predicción .....	13
Factores multiplicativos .....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	15
Correlaciones entre las producciones parciales y la producción a 305 días .....	15
Predicción de la producción a los 305 días con base en las producciones parciales .....	19
V. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	28
VI. SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	31
LITERATURA CITADA .....	34

## LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N<sup>o</sup></u>		<u>Página</u>
1	Correlación entre la producción de leche y grasa parcial y total para las razas Criollo, Jersey y Jersey-Criollo .....	16
2	Comparación de los coeficientes de correlación de este estudio con los mencionados en la literatura, con respecto a la producción total de leche y producciones parciales .....	18
3	Componentes de las ecuaciones de predicción de la producción de leche y grasa con base en producciones parciales .....	20
4	Factores multiplicativos para estimar la producción de 305 días .....	23
5	Comparación de los factores multiplicativos del presente estudio con los mencionados en la literatura .....	25
6	Ejemplos del uso de los factores multiplicativos .....	27

## I. INTRODUCCION

Puede considerarse que en América Latina la industria lechera está en su fase inicial. La selección de animales de valor genético para la producción de leche se ha practicado en una escala muy limitada. Sin embargo, la población humana tiene un crecimiento cada día más rápido que justifica el establecimiento de programas de mejoramiento genético para incrementar paralelamente la producción de leche.

La selección de razas criollas como productoras de leche tiene también su justificación, en vista de los problemas de adaptación que han tenido las razas europeas en los ambientes tropicales. Sin embargo las razas nativas, aún cuando estén adaptadas al medio ambiente, por lo general tienen un nivel bajo de producción láctea.

La estimación del valor genético de un individuo siempre ha planteado un problema en la selección del ganado y esta situación alcanza su punto crítico en la selección de caracteres económicos.

En el ambiente tropical el comportamiento de un animal lechero en producción es diferente del observado en ambientes templados, debido a que el medio ambiente tiene efectos diversos aún en animales nativos. Existe la necesidad de estimar parámetros genéticos que sirvan de base en programas de selección bajo condiciones tropicales, tanto en las razas europeas como en las nativas.

Este trabajo tiene como objetivo principal el de establecer la ecuación de predicción de la producción total de la primera lactancia, con base en las producciones parciales a los 30, 60, 90 y 120 días, para las razas Jersey, Criollo y Criollo-Jersey.

## II. REVISION DE LITERATURA

La producción de la primera lactancia como medida de selección.

El uso del promedio ponderado de producciones de varias lactancias como criterio de selección, constituye una de las más adecuadas ayudas en el mejoramiento del ganado lechero, porque de esta manera se reducen los efectos ambientales, Berry (3), Berry y Lush (4) y Lush (24). Este método es efectivo desde el punto de vista genético, sin embargo, no satisface al considerarlo bajo el aspecto económico, ya que deben de mantenerse en el hato todas las hembras hasta haber completado cierto número de lactancia. Además, este método presenta también la desventaja en el aumento del intervalo entre generación.

Además de las desventajas anotadas anteriormente, existe una controversia en las medidas e informaciones que deben tomarse para ser utilizadas como criterios de selección. Copeland (10), sugirió tomar como medida de selección, la producción más alta de una de las lactancias debido a la estrecha correlación que guarda con otras lactancias. Sikka (45) encontró que los coeficientes de correlación entre la lactancia más alta y otras lactancias, iban creciendo a partir de la primera lactancia y por eso estimó que la primera lactancia es menos válida para una evaluación de la capacidad productiva de una vaca. Sin embargo Berry y Lush (4) afirman que la producción de la lactancia más alta, así como la más baja, no son representativas del verdadero valor genético de un animal.

La importancia de utilizar la producción de la primera lactancia se basa en que es una de las medidas que mejor combina los aspectos genéticos y los económicos.

1. Características de la producción en la primera lactancia

a. Relación de la producción en la primera lactancia y la vida productiva del animal

La mayoría de los ganaderos dedicados a la explotación del ganado lechero opinan que las vacas que tienen una alta producción en la primera lactancia, la producción de las lactancias subsiguientes es más baja, y estos animales tienen que dejar el hato más temprano (49). Sin embargo los resultados encontrados en trabajos de selección de producciones de primera lactancia muestran conclusiones contrarias a la expresada anteriormente.

Van Vleck (49), estudió las producciones de 5 razas de ganado lechero en vacas que tuvieron 5 lactancias. Se observó que las vacas con mayores producciones en la primera lactancia tuvieron mayores producciones en las siguientes lactancias. Además observó que el 82% de las vacas más productoras tuvieron segunda lactancia en comparación con las vacas bajas productoras que sólo el 61% de ellas tuvieron segunda lactancia. Este autor agrega que de todas las vacas que llegaron a la quinta lactancia, el 32% fueron vacas altas productoras y el 15% de bajas productoras. Similares resultados fueron dados por White y Nichols (55) quienes encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq .01$ ) en los grupos de vacas de

producción alta y baja.

Correlaciones de 0.48 entre la producción en la primera lactancia y la duración en el hato y de 0.43 entre la producción en la primera lactancia y la vida productiva del animal, fueron dadas por Hargrove y colaboradores (18), quienes, además indican que animales seleccionados por su producción alta en la primera lactancia, continuaron aumentando su producción en lactancias sucesivas. Por otra parte, Robertson y Kishin (40) no encontraron ningún efecto depresivo en la selección basada en pruebas de progenie y la vida productiva del animal en el hato.

b. La magnitud del índice de herencia ( $h^2$ ) de la producción en la primera lactancia

La decisión de una característica como base de selección, implica que el carácter tenga un valor económico justificado y que además su índice de herencia sea de considerable magnitud para que favorezca el progreso genético.

Johansson (9) sugiere que el uso de la primera lactancia como base de selección ofrece mejor ventaja que la segunda lactancia. Este autor indica que la segunda lactancia está más sujeta a variaciones que la primera, en cuanto a intervalo entre partos, duración de período seco e influencias del medio ambiente. Sin embargo en la primera lactancia su mayor variación es debida a la edad al parto. Similar opinión fue dada por Molinuevo y Lush (36), quienes indican que las diferencias encontradas en la estimación de los índices de

herencia en las tres primeras lactancias pueden ser explicadas por los efectos de los factores mencionados por Johansson (19).

Butcher y Freeman (7) estimaron los índices de herencia para la producción de la primera, segunda, tercera y cuarta lactancia en dos grupos de vacas (67,728 y 60,788 lactancias). Cuando no tomaron en cuenta el efecto de grupo, estos autores encontraron que el índice de herencia estimado fue mayor en la primera lactancia que en las lactancias sucesivas. Sin embargo, la diferencia entre los índices encontrados en la primera y segunda lactancia no fue significativa. Cuando se consideraron los grupos por separado, los índices de herencia estimados mostraron diferencias más marcadas entre la primera y segunda lactancia en cada uno de los grupos (.615 vs .606 y .607 vs .598). Sin embargo, Martojo y colaboradores (34) encontraron índices de herencia de  $0.312 \pm .100$  y de  $0.381 \pm .106$  para primeras y segundas lactancias respectivamente.

Los resultados del índice de herencia ( $h^2 = .32$ ) de la primera lactancia fue dado por Deaton y McGillard (11), siendo muy similar al encontrado por Martojo y colaboradores (34) para la primera lactancia. Estos autores indican que el promedio de vacas-lactancias de una vaca no es válido para predecir el valor de la hija.

Van Vleck y Bradford (51) estimaron los índices de herencia para producciones de primera, segunda y tercera lactancia. Cuando la estimación fue hecha por regresiones madre-hija, los índices de herencia fueron de 0.37 y 0.24 para la primera, segunda y tercera lactancia respectivamente; sin embargo, cuando los índices de herencia

se estimaron por regresiones hermanos paternos (regresiones entre toros), los índices para las mismas lactancias fueron menores (0.24, 0.21 y 0.23 respectivamente). Estos valores del índice de herencia mencionados en el primer caso denotan la diferencia en el efecto de la contribución de la madre para las diferentes lactancias.

Sin embargo, White y Nichols (55) encontraron valores de 0.13 y 0.14 al estimar el índice de herencia de la primera lactancia y por lo tanto, ninguno de estos valores fue estadísticamente significativo.

## 2. Producciones parciales de la primera lactancia como medidas de selección

El uso de las lactancias parciales como medida de selección se justifica plenamente por su economía, la correlación estrecha entre ellas y la primera lactancia, y también por la magnitud de sus índices de herencia.

### a. Economía

Al usar la primera lactancia como medida de selección, se consigue una economía considerable en comparación con el promedio de varias lactancias; con las lactancias parciales como base de selección, la ganancia es todavía más importante. Además del aspecto económico, se obtiene, lo que más vale en un trabajo de selección, un progreso genético más rápido al hacer más cortos los intervalos entre generaciones.

b. Correlación fenotípica entre lactancias parciales y la producción a los 305 días

La predicción de la producción a los 305 días es posible debido a la asociación existente entre las producciones parciales y la producción total. Algunos autores, Deaton y McGillard (11), Lamb y McGillard (23), Lush (24), Singh y Acharya (44) y Van Vleck (49), están de acuerdo con esta relación y concluyen que el mismo complejo de genes que controla la producción de leche actúa en igual manera en la lactancia parcial y total y es la razón de que exista alta correlación entre la producción a los 305 días y las lactancias parciales (8, 12, 17, 22, 30 y 48).

La correlación entre la producción total y las producciones fraccionadas existe no sólo en ganado Holstein, que fue más investigado, sino también en otros tipos, tal como el ganado tropical. Varios trabajos que se llevaron a cabo con el ganado originario de la India (Sindhi) y con animales media sangre Sindhi-Jersey en Louisiana, demostraron correlación estrecha entre la producción a los 305 días y las producciones parciales. Singh y colaboradores (44) encontraron en ganado Harianna un coeficiente de correlación de 0.87 para los 120 días de producción. Bodisco y Carnevali (5) estimaron coeficientes de 0.748 y 0.804 (para el segundo y tercer mes respectivamente), suficientemente altos para operar una selección con base en las lactancias parciales.

Dutt y colaboradores (13) encontraron coeficientes de 0.62 a los 15 días y 0.71 a los 135 días, con búfalos de agua. Las

ecuaciones de regresión para predecir el rendimiento total con base en rendimientos mensuales, fueron las siguientes:

$$1) \hat{Y} = 886.3 + 1165 X_1$$

$$2) \hat{Y} = 538.0 + 2.4 X_2$$

$$3) \hat{Y} = 355.0 + 1.5 X_3$$

$$4) \hat{Y} = 169.1 + 167.6 X_4$$

donde:  $\hat{Y}$  = es la producción estimada a los 305 días  
 $X_1, X_2, X_3, X_4$ , son las producciones parciales a  
 15, 75, 135 días y el pico respectivamente.

Los errores estándares encontrados fueron más bajos para los 15 días, 1.5 y el pico 0.15, lo que hace pensar que las ecuaciones 1 y 4 proporcionan mayor precisión en la estimación.

El peso dos veces al día es una operación costosa en una explotación lechera. McDowell, citado por Castle y Searle (9) mencionó que dos pruebas al año tenían una precisión menor de 3.8% que las pruebas diarias. Madden y colaboradores (39) encontraron una alta correlación entre pruebas dos veces al año y una vez al mes y Mckellir (27) y Searle (42), encontraron coeficientes más altos que 0.95. Recientemente Alexander (1), Bayley y colaboradores (2) han comparado los porcentajes de error en pruebas diarias, mensuales, dos veces y cuatro veces al año; la conclusión de estos autores fue que las pruebas dos veces al año tienen cierto valor para pruebas de toros y estudios sobre una población, sin embargo son menos satisfactorias

para lactancias individuales.

Por otra parte Miller y Meadows (35) estudiaron muestras más grandes con el objeto de reducir el margen de error y encontraron que muestras dos veces y tres veces durante la lactancia, eran satisfactorias. Sin embargo, muy recientemente McDaniel (26) en un resumen de 60 investigaciones sobre estimaciones de producciones totales a partir de muestreo a varios intervalos, hace resaltar que el margen de error es una función del intervalo entre los días de muestreo. La variación del error estimada, es más pequeña para el muestreo cada 24 horas, una vez al mes. Los errores de estimación mayores fueron los de 2 muestreos anuales y dieron diferencias de 30% mayores que los muestreos mensuales.

c. Índices de herencia y correlaciones genéticas de las producciones parciales con la producción total de la primera lactancia

Spike (46) estimó que los índices de herencia para la producción de los primeros y últimos meses fueron más altos que los meses intermedios, sin embargo el índice de constancia (repeatability) siguió una tendencia contraria a los índices de herencia. La mayoría de los investigadores están en desacuerdo con los resultados encontrados por Spike (46). Singh y Acharya (44) informaron que el índice de herencia para producciones parciales en ganado Harianna, fue más alto para la producción del quinto mes ( $.46 \pm .13$ ). Lamb y McGillard (22) encontraron que el valor de los índices de herencia

aumentaron gradualmente en el transcurso de la lactancia con una variación entre .10 a .16. Estos mismos autores indicaron que las correlaciones genéticas entre la producción mensual y la total fueron un promedio de .9 y que su valor es mayor en los meses intermedios de la lactancia. Por otra parte, Searle (42) encontró índices de herencia de 0.11, 0.10 y 0.09 para el primero, segundo y tercer mes de producción.

### 3. Métodos empleados para la estimación de la producción total a partir de producciones parciales

Generalmente dos son los métodos empleados para encontrar factores de estimación de la producción total. Lamb y McGillard (22) y Madden et al (30), mencionan el método de cociente, que es un factor que resulta de la simple división de la producción total y la producción parcial acumulada. Sin embargo, este método subestima la producción total de vacas de baja producción, debido al ajuste de lactancia incompleta y no toma en consideración el índice de constancia (repeatability) de las lactancias parciales. Además, este método también sobrestima la producción total de las vacas buenas productoras.

De uso más general, por su mayor precisión, es el método de correlación y regresiones. Este método incluye ajustes por varios factores (edad, estación, peso, etc.), que afectan tanto las producciones parciales como total. La estimación de la producción total se hace por una ecuación llamada de predicción. Además de estos dos métodos descritos, existe un tercero, con el uso de factores

multiplicativos.

Los programas de selección del ganado lechero en varias ocasiones se enfrentan a problemas, tales como el número corto de días en lactancia para estimar el valor genético de un animal joven, o el fenotipo de una vaca en su fase inicial en lactación. Ocurren a menudo interrupciones de una lactancia por razones que cuantitativamente no afectan la producción de los días anteriores. Estas fracciones de la producción pueden ser utilizadas para el cálculo de factores y predecir lactancias a los 305 días con una precisión satisfactoria. Además, por medio de interpolaciones también se puede conseguir los puntos intermedios para intervalos de 30, 60, 90 y 120 días. La mayor ventaja del uso de estos factores, además de su precisión, es su rápida estimación.

La mayoría de los trabajos en relación a la predicción de la producción con base en producciones parciales, han sugerido factores para estimar el total de una lactancia a partir de producciones parciales. Según Fletcher (14), los factores resultan más satisfactorios en el caso del ganado de menor persistencia en lactación. Varios tipos de factores fueron desarrollados con base en criterios variables. Sin embargo, el uso de estos factores es limitado al hato en el cual fueron estimados, ya que las variaciones en el manejo, medio ambiente y variaciones de raza, hacen que pierdan su utilidad y precisión.

### III. MATERIALES Y METODOS

La información que se utilizó en este estudio proviene de los registros de producción del hato lechero del Departamento de Zootecnia del IICA-CIEI, en Turrialba, Costa Rica. Los datos incluyen observaciones de primeras lactancias de 268 vacas Criollas, 59 vacas Jersey y 55 vacas media sangre Criollo-Jersey, acumulados durante los años de 1949 a 1967. Se consideran lactancias completas aquellas que tenían 305 días, o por lo menos 120 días. Las medidas utilizadas en este trabajo fueron producción de leche y de grasa.

Antes de proceder a la estimación de la producción total de la primera lactancia, con el uso de ecuaciones de predicción y factores multiplicativos, la información de las producciones usadas fueron corregidas por edad, utilizando el método siguiente:

#### Factores de corrección por la edad

Con los datos de producción a los 305 días en primera lactancia, se calcularon factores de corrección para la edad. El objetivo fue de desarrollar valores multiplicativos para ajustar hasta una edad constante la producción de animales a partir de cualquier edad del animal.

Se hizo una distribución de las producciones a los 305 días con respecto a la edad al primer parto y luego se dibujó la curva de los promedios correspondientes a cada edad; como la curva estuvo muy abrupta, se le suavizó al sacar sucesivamente el promedio

de cinco promedios contiguos. En cada operación sucesiva se resta el primer promedio de la serie de los cinco y se adiciona el que sigue, el quinto. La curva de estos nuevos promedios es más suave por el hecho de que los promedios siguen un orden de crecimiento regular y con incrementos pequeños.

Se tomó la porción de la curva correspondiente a la máxima edad y la más estabilizada como igual a 100%. Luego se calculan los cocientes de la división de la producción correspondiente a 100%, por la producciones correspondientes a cada edad. Así son obtenidos los puntos principales de las curvas que son factores de corrección para la edad. Los factores intermedios son obtenidos por interpolación.

Con los datos ajustados por edad al primer parto, se hizo la predicción de la producción total de la primera lactancia de cada una de las razas estudiadas, con base en las producciones parciales de los 30, 60, 90 y 120 días. Los métodos utilizados para la predicción fueron el de ecuaciones de predicción y el de factores multiplicativos.

#### Ecuación de predicción

Para predecir la producción total en primera lactancia, se analizaron los datos de producción de leche y de grasa a los 30, 60, 90 y 120 días, usando el método de correlación y regresión simples, entre cada producción parcial y la producción a los 305 días.

La ecuación de predicción usada fue la siguiente:

$$\hat{Y} = \mu y + b_i (X_i - \bar{X}_i) \quad (53)$$

donde:  $\hat{Y}$  = predicción de la producción a los 305 días

$\mu y$  = producción promedio del hato (corregida por edad)

$b_i$  = coeficiente de regresión de la producción al mes  $i$  sobre la lactancia total

$X_i$  = producción del mes  $i$  de lactancia

$\bar{X}_i$  = producción promedio del hato al mes  $i$  (corregida por edad)

#### Factores multiplicativos

Se calcularán factores multiplicativos usados para predecir también la producción total con base en producciones parciales de la primera lactancia. Estos factores representan los cocientes de la producción total dividida por las producciones parciales.

Se estimaron primero los factores correspondientes a las producciones parciales a los 30, 60, 90 y 120 días. Con base en estos factores, se hizo una extrapolación a intervalos de cinco días de lactancia, con excepción en la porción correspondiente a los primeros 30 días, por no tener la suficiente información.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Correlaciones entre las producciones parciales y la producción a 305 días

Los datos de producciones de primera lactancia a 305 días y producción de grasa de 268 vacas Criollas, 59 vacas Jersey y 55 vacas media sangre Criollo-Jersey, fueron correlacionados para cada una de las razas con las producciones parciales de leche y grasa a los 30, 60, 90 y 120 días. Los resultados de las correlaciones simples entre las variables estudiadas, se presentan en el Cuadro 1. Los promedios de leche y grasa a los 30, 60, 90, 120 y 305 días, indican producción acumulada de estas dos medidas.

Fueron observadas desviaciones menores con relación al promedio de las producciones acumuladas en leche y grasa, en la raza Jersey, aunque el número de observaciones en esta raza es menor que en la raza Criolla, muestra mayor uniformidad en sus producciones acumuladas en grasa y leche. Estas desviaciones siguen una tendencia de incremento lineal en ambas medidas (leche y grasa).

Los coeficientes de correlación entre la producción total y parcial para cada una de las razas, mostraron ser mayores a medida que aumentaban los días de producción de leche y grasa. La asociación entre la producción total y la producción parcial en la raza Jersey resultó ser la más baja. Los resultados encontrados muestran que de las producciones parciales estudiadas, la producción a

CUADRO Nº 1. Correlación entre la producción de leche y grasa parcial, y total para las razas Criollo, Jersey y Jersey-Criollo

Números días	Promedios $\bar{X}$ (Kg)				Desviaciones estándares $S_x$ (Kg)				Correlaciones simples $r_{xy}$			
	C	J	JC	JC	C	J	JC	JC	C	J	J	JC
$X_1$ 30 días	202	237	249	249	47.0	55.4	50.8	50.8	.58	.40	.40	.48
$X_2$ 60 días	398	475	499	499	86.2	68.0	97.7	97.7	.70	.50	.50	.73
$X_3$ 90 días	571	694	724	724	128.3	104.2	144.2	144.2	.77	.54	.54	.78
$X_4$ 120 días	720	897	933	933	171.4	136.8	193.6	193.6	.82	.59	.59	.84
Y 305 días	1243	2015	1921	1921	531.6	466.8	524.0	524.0				
$X_1$ 30 días	9	10	11	11	2.8	1.7	2.7	2.7	.10	.37	.37	.28
$X_2$ 60 días	18	21	22	22	3.9	3.1	4.4	4.4	.23	.35	.35	.59
$X_3$ 90 días	26	31	33	33	5.7	4.8	6.5	6.5	.27	.38	.38	.68
$X_4$ 120 días	34	40	43	43	7.6	6.1	8.3	8.3	.31	.49	.49	.74
Y 305 días	65	98	91	91	66.1	22.2	27.1	27.1				

C = Criollo (268 observaciones)  
 J = Jersey (59 observaciones)  
 JC = Criollo-Jersey (55 observaciones)  
 $X_i$  = Producciones parciales  
 Y = Producción total

los 120 días es la que tiene más alta relación con la producción total en grasa y leche. La relación entre producción de grasa parcial y total en las tres razas, muestra tener los coeficientes más bajos.

En el Cuadro 2 se da una comparación de los coeficientes de correlación de este estudio con los publicados por varios autores. El examen de los coeficientes mostrados por la literatura y los de este trabajo muestran la misma magnitud y la misma tendencia a incrementar la asociación de las variables, cuando aumentan los meses de lactancia. Sin embargo, en el caso de la raza Criolla, estos coeficientes tuvieron valores más bajos a los publicados por Bodisco y Correvali (5).

Los coeficientes de correlación entre grasa parcial y grasa total fueron más bajos que los de la leche y concuerdan con los mencionados en la literatura. Sin embargo, los valores de correlación encontrados en este trabajo no son de la misma magnitud que los informados por Gifford (17), 0.67 en 120 días, y por Lamb y McGillard (27), cuyos valores fueron de 0.71, 0.75, 0.81 y 0.83, para los primeros meses de producción. En la raza Jersey los incrementos en los valores de las correlaciones son menores que en las otras dos razas. Esta misma tendencia en los valores de  $r$  de la raza Jersey se observó también en la producción de leche; probablemente las producciones en los primeros meses de lactancia están menos relacionados con la producción total que las producciones al quinto o sexto mes, principalmente debido a que la producción acumulada a los cuatro meses representa menos del 50% de la producción total.

CUADRO Nº 2. Comparación de los coeficientes de correlación de este estudio con los mencionados en la literatura con respecto a la producción total de leche y producciones parciales

Autor	Año publicación	Raza	Número animales	Días de lactancia	30	60	90	120
Cannon <u>et al</u> (8)	1942	Holstein	400	.74	.79	.86	.88	
Gifford (17)	1943	Holstein	-	-	-	-	.80	
Madden <u>et al</u> (30)	1959	Holstein	6945	.38	-	-	.89	
Sudono (40)	1964	Holstein	7130	-	-	-	.80	
	1964	Jersey	2233	-	-	-	.83	
Bodisco y Carnevali (5)	1966	Criollo	187	.664	.748	.804	-	
Lamb y Mc- Gillard (22)	1967	Holstein	1628	.68	.80	.84	.86	
Singh y Acharya (44)	1969	Hariana	462	.60	.84	.89	.87	
Presente trabajo	1970	Criollo	268	.58	.70	.77	.82	
		Jersey	59	.40	.50	.54	.59	
		Jersey- Criollo	55	.48	.73	.78	.84	

### Predicción de la producción a los 305 días con base en las producciones parciales

Para predecir la producción a los 305 días, se utilizaron los métodos de ecuaciones de predicción y el método de factores multiplicativos.

#### Ecuaciones de predicción

Una vez determinada la relación entre las producciones parciales (30, 60, 90 y 120 días) y la total, se procedió a predecir la producción de leche y grasa con base en las producciones parciales, utilizando la ecuación  $Y = a + bx$ , en la forma dada por Van Vleck y Henderson (53). Los resultados de estas ecuaciones para producción de leche y grasa, son mostrados en el Cuadro 3.

Las ecuaciones de predicción de leche y grasa para el ganado Criollo, tienen su origen en la región negativa. Esta misma tendencia, pero menos acentuada, es observada en el ganado Criollo-Jersey. En el caso de la raza Jersey, sus ecuaciones son de origen positivo, tanto en la producción de grasa como en la producción de leche.

Los valores de  $b$  observados de leche y grasa en la ecuación de predicción, disminuyen en su magnitud de los 30 a los 120 días de la lactancia; esto indica que a medida que aumentan los días de lactancia, la pendiente de la línea de regresión es menos pronunciada. Esta disminución en los valores de  $b$  es más pronunciada en la raza Jersey, tanto en el componente leche como en grasa; esto podría indicar la persistencia en producción de esta raza en

CUADRO N<sup>o</sup> 3. Componentes de las ecuaciones de predicción de la producción de leche y grasa con base en producciones parciales

	CRIOLLO			JERSEY			JERSEY-CRIOLLO			
	a	b	EE*	a	b	EE	a	b	EE	
L E C H E	30	-757.1	6.53	434.8	776.39	5.24	432.1	509.85	5.66	524.0
	60	-470.92	4.31	381.3	418.13	3.36	410.4	-301.82	4.45	407.1
	90	-575.1	3.18	341.3	340.37	2.41	396.5	-401.53	3.21	373.1
	120	-579.51	2.53	388.3	214.41	2.00	380.8	-469.76	2.56	328.8
G R A S A	30	43.43	2.36	65.9	46.75	4.96	20.8	59.63	2.8	26.3
	60	-3.79	3.82	64.5	46.93	2.44	21.0	10.69	3.64	26.1
	90	-19.67	3.22	63.6	43.80	1.76	20.8	-1.45	2.85	20.1
	120	-28.0	2.76	62.8	26.58	1.76	19.6	-10.90	2.40	18.3

\* Error estándar de las desviaciones de regresión ( $\hat{Y}$ )

relación con Criollo y Criollo-Jersey. Los errores estándares encontrados, indican que la precisión de las ecuaciones incrementan al aumentar los días de lactancia. De acuerdo con el valor de los errores, se puede decir que con la producción parcial a los 120 días, pueden hacerse con mayor exactitud las estimaciones de las producciones a los 305 días.

La aplicación de la ecuación de Van Vleck y Henderson (53) que toman en cuenta el efecto del promedio del hato ( $\hat{Y}_i = \bar{Y} + b_i(X_i - \bar{X}_i)$ ) aplicado a la producción de una vaca con base en los 120 días de producción, tuvo el valor predictivo que es mostrado en el ejemplo siguiente:

$$\hat{Y}_i = \bar{Y} + b_i(X_i - \bar{X}_i)$$

$\hat{Y}_i$  = producción estimada en Kg de un animal a los 305 días

$\bar{Y}$  = producción media a los 305 días del hato

$b_i$  = es el valor de regresión de la producción total sobre la producción parcial a los 120 días

$\bar{X}_i$  = es la producción promedio del hato a los 120 días

$X_i$  = es la producción real de la vaca a los 120 días

Si el promedio general ( $\bar{Y}$ ) del hato fue 1243 Kg de leche, 721 Kg fue ( $\bar{X}_i$ ) la producción media del hato a los 120 días y 679 ( $X_i$ ) producción real de una vaca Criolla a los cuatro meses, su valor estimado ( $\hat{Y}$ ) a los 305 días será el siguiente si aplicamos la ecuación del Cuadro 3:

$$\hat{Y} = 1243 + 2.53 (679 - 721)$$

$$\hat{Y} = 1243 - 106$$

$$\hat{Y} = 1137$$

La producción real de esta vaca a los 305 días fue de 1018, que comparada con lo estimado obtendremos la diferencia siguiente:

$$Y_i - \hat{Y} = 119$$

La diferencia encontrada entre la producción real y la producción estimada, es de la magnitud del 11%. Esta diferencia puede ser debida a que en el cálculo de los promedios parciales y totales se utilizaron datos de producción obtenidos en un lapso de tiempo de 18 años, en el cual han sucedido cambios en manejo que se reflejan en un aumento en la producción individual a través de los años. Al mismo tiempo, el efecto de la selección en producción efectuada en el hato, hace que los promedios parciales y total tengan un aumento. Para una mejor predicción de esta ecuación sería necesaria la utilización de los promedios calculados cada año en las producciones parciales y totales.

#### Factores multiplicativos

Los factores multiplicativos estimados para producción de leche en las tres razas estudiadas, aparecen en el Cuadro 4. Se estimaron primero los factores correspondientes a las producciones parciales a los 30, 60, 90 y 120 días. Con base en estos factores se hizo una extrapolación a intervalos de cinco días de lactancia.

CUAERO Nº 4. Factores multiplicativos para estimar la producción de 305 días

Días de lactancia	FACTORES		
	Criollo	Jersey	Jersey-Criollo
30	6.16	8.52	7.70
35	5.10	6.96	6.25
40	4.53	6.09	5.50
45	4.06	5.46	4.93
50	3.68	4.96	4.50
55	3.36	4.56	4.15
60	3.12	4.24	3.85
65	2.93	3.93	3.61
70	2.71	3.66	3.38
75	2.55	3.44	3.18
80	2.38	3.14	2.96
85	2.24	3.05	2.79
90	2.15	2.90	2.65
95	2.08	2.75	2.50
100	1.96	2.63	2.39
105	1.89	2.50	2.28
110	1.83	2.40	2.20
115	1.77	2.31	2.11
120	1.72	2.25	2.05

Los factores encontrados para la raza Jersey son de mayor magnitud que los de las razas Criollo y Criollo-Jersey; esto se debe principalmente a que tanto en la raza Criollo como en la Criollo-Jersey, la mayor producción de sus lactancias ocurre en los primeros meses, en cambio en la Jersey la persistencia de la lactancia es distribuída en los 305 días de duración.

El Cuadro 5 muestra una comparación de los factores encontrados en este trabajo, con los mencionados en la literatura. En este Cuadro puede observarse que la magnitud de los factores estimados en el presente estudio es muy similar a los valores encontrados por otros autores. Además, se observa que los valores más altos corresponden a las razas de mayor producción y concuerda con los datos encontrados en este estudio. También se observa la fuerte disminución en el valor del factor obtenido a los 60 días, con relación al de 30 días. Esta diferencia es debida al doble aumento en producción de los 30 a 60 días. Este aumento en producción es menor en los meses siguientes.

CUADRO Nº 5. Comparación de los factores multiplicativos del presente estudio con los mencionados en la literatura

Autor	Fecha publicación	Raza	Edad a la lactancia	Número animales	Días de lactancia			
					30	60	90	
Madden et al (30)	1955	Holstein	36 meses	257	9.36	4.38	2.87	2.17
		Holstein	36 meses	342	7.81	3.74	2.52	1.93
Ramírez y Thompson (38)	1965	Holstein	36 meses	1341	8.73	4.23	2.89	2.20
		Holstein	37 meses	1341	7.13	3.70	2.54	1.99
Lamb y McGillard (22)	1967	Brown Swiss	36 meses	49	8.59	4.24	2.83	2.17
		Brown Swiss	36 meses	233	7.55	3.75	2.55	1.99
		Guernsey	36 meses	213	7.43	3.74	2.61	2.05
		Guernsey	36 meses	640	6.64	3.36	2.34	1.86
		Holstein	36 meses	1409	7.81	3.93	2.71	2.11
		Holstein	36 meses	3764	7.14	3.56	2.47	1.94
		Jersey	36 meses	100	7.27	3.63	2.51	1.85
		Jersey	36 meses	276	6.60	3.33	2.31	1.85
Spike y Freeman (47)	1966	Grazas	Prim.lact.	26414	8.15	4.02	2.72	2.08
Presente trabajo	1970	Criollo	Prim.lact.	268	6.16	3.12	2.15	1.72
		Jersey	Prim.lact.	59	8.52	4.24	2.90	2.25
		Jersey-Criollo	Prim.lact.	55	7.70	3.85	2.65	2.05

Un ejemplo en el uso de los factores multiplicativos para la predicción de la producción de leche a los 305 días en cada una de las razas, se muestra en el Cuadro 6. De los resultados obtenidos en estos ejemplos con el uso de las producciones parciales y los factores como estimadores de la producción a 305 días, se observa que la precisión de estimaciones dadas por las desviaciones totales por precisión son de menor magnitud en la raza Jersey, seguida por Criollo y Criollo-Jersey.

Estos factores multiplicativos tienen la ventaja de estar menos sujetos a cambios que ocurren dentro de un hato, y sólo se ven afectados cuando los cambios sean de tal magnitud que hagan cambiar la curva de la lactancia de un hato.

Esta variación total es debida en parte a los efectos de los componentes de clima, alimentación y manejo. La otra parte es debida a la acción de los genes responsables de la producción de leche. Por lo tanto, los factores estimados son válidos solamente para una raza sin cambios en las condiciones ambientales.

De los métodos estudiados en este trabajo, debido a las desventajas que ofrece el método de ecuaciones de predicción, así como también lo laborioso de su estimación, los factores multiplicativos ofrecen un mayor campo de aplicación y de mayor facilidad en sus cálculos y con similar precisión para ser usados en programas de selección del ganado lechero.

CUADRO Nº 6. Ejemplos del uso de los factores multiplicativos

	Nº días Vaca lactan- cia <u>1/</u>	Producción parcial <u>2/</u>	Factor multipli- cativo <u>3/</u>	Total es- timado <u>4/</u> (2x3)	Desviación total <u>5/</u>	r <u>6/</u> Total y parcial	Desviación total <u>7/</u> (5x6)	
CRIOLLO	A	30	229	6.16	1411	+168	.58	+97
	B	60	170	3.12	530	-713	.70	-499
	C	90	602	2.15	1294	+51	.77	+39
	D	120	710	1.72	1221	+22	.82	-18
	E	305	1065	1.00	1065	-178	1.00	-178
	PROMEDIO TOTAL HATO 1243		--	--	0	--	--	
JERSEY	F	30	278	8.52	2369	+354	.40	+142
	G	60	431	4.24	1827	-188	.50	-94
	H	90	784	2.90	2274	+259	.54	+140
	I	120	956	2.25	2151	+136	.59	+80
	J	305	2350	1.00	2350	+335	1.00	+335
	PROMEDIO TOTAL HATO 2015		--	--	0	--	--	
JERSEY-CRIOLLO	K	30	205	7.70	1579	-342	.48	-164
	L	60	524	3.85	2017	+96	.73	+70
	M	90	1059	2.65	2806	+885	.78	+690
	N	120	826	2.05	1693	-228	.84	-192
	P	305	1144	1.00	1144	-714	1.00	-774
	PROMEDIO TOTAL HATO 1921		--	--	0	--	--	

- 1/ Días de lactancia  
2/ Fenotipo parcial  
3/ Factor multiplicativo  
4/ 2 x 3  
5/ Promedio hato -4  
6/ Correlación entre total y parcial  
7/ 5 x 6

## V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este estudio fue realizado con los datos sobre producción de leche y grasa del hato lechero del Departamento de Zootecnia del IICA-CEI. Fueron analizados datos de 382 lactancias completas de las cuales 268 eran de la raza Criollo, 59 Jersey y 55 de la raza Criollo-Jersey, para encontrar un método apropiado de predecir la producción a 305 días en vacas de primer parto con base en sus producciones parciales a los 30, 60, 90 y 120 días de lactancia.

Estos datos fueron organizados en producciones parciales de 30, 60, 90 y 120 días y producción a los 305 días y analizados por método de correlación y regresión. Fueron encontrados altos valores en los coeficientes de correlación entre las producciones totales y las parciales, para grasa y leche, en las tres razas. Los coeficientes encontrados respectivamente entre 30, 60, 90, 120 días y el total de la lactancia, fueron .58, .70, .77 y .82, para leche, y .10, .23, .27 y .31 para la grasa, en Criollo. En la raza Jersey los valores correspondientes fueron .40, .50, .54 y .59 para leche, y .37, .35, .38 y .49 para grasa; mientras en la media sangre Jersey-Criollo los valores fueron .48, .73, .78 y .84 para leche, y .28, .59, .68 y .74 para grasa.

El examen de las ecuaciones de regresión obtenidas resaltó las diferencias entre las razas estudiadas. Estas diferencias están relacionadas con la persistencia de la lactancia que fue mayor en la raza Jersey. El examen de la distribución de la producción a lo

largo de los cuatro meses y al décimo mes muestra la persistencia de esta raza.

Fueron calculados factores multiplicativos para lactancias parciales, al dividir el promedio total de cada raza por el promedio de sus lactancias parciales ya conocidas, y por medio de interpolaciones se encontraron los puntos intermediarios para días entre 30 y 120 días. Estos factores varían respectivamente para las producciones de 30 y 120 días, de 6.16 a 1.72 para el Criollo, de 8.52 a 2.25 para Jersey y de 7.70 a 2.05 para el Criollo-Jersey. Los factores encontrados en este estudio son de la misma magnitud que los factores mencionados en la literatura, con excepción de los de la raza Criollo que son más bajos, lo cual implica un nivel de producción más bajo.

Con base en los resultados encontrados se concluye lo siguiente:

1. Existe una alta correlación entre las lactancias parciales y la lactancia total en el ganado Criollo, Jersey y Jersey-Criollo.
2. Es posible predecir con un margen de seguridad aceptable la producción a los 305 días con base en producciones a los 30, 60, 90 y 120 días con el uso de ecuaciones de regresión y de factores multiplicativos.
3. Una decisión en primera lactancia es posible con suficiente confiabilidad a partir de la producción a los dos meses en

ganado Criollo y media sangre pero no así para la Jersey, debido a su relación de menor magnitud entre los cuatro primeros meses y la producción total.

4. El efecto de la edad de la vaca sobre la producción de la primera lactancia fue de poca magnitud en este estudio.
5. Las decisiones con base en la producción de leche tienen más confiabilidad que las tomadas a partir de la producción de grasa.

## VI. SUMMARY AND CONCLUSIONS

Complete first lactations records of 268 purebred Criollos, 59 purebred Jerseys and 55 Jersey-Criollo, crossbreeds from the Department of Animal Science of the Interamerican Institute of Agricultural Sciences of the OAS, in Turrialba, were used to study relationships between 305-day complete and 30, 60, 90, 120-day partial milj and fat yields. A means of predicting complete lactation yield from partial lactations was sought as an aid for selection.

These data were analyzed by means of correlations and regressions. Highly significant correlation coefficients between 30, 60, 90, 120-day yields and total lactation yield were as follows: .58, .70, .77, .82 for milk and .10, .23, .27, .31 for fat yield in Criollo cattle. In the Jersey breed, the corresponding figures were: .40, .50, .54, .59 for milk and .37, .35, .38, .49 for fat, whereas in the crossbreeds the values were .48, .73, .78, .84 for milk and .28, .59, .68 and .74 for fat.

For both milk and fat yields, the regression equations were quite similar for the Criollo and the crossbred but quite different for the Jersey. This relationship among breeds also reflects their relative persistency of lactation: the Jerseys were much more persistent in lactation than either the Criollo or the crossbred.

Factors for extending partial yields to complete yields were also calculated by the ratio of complete to partial records, using

averages within each breed. By interpolation of the ratio factors, estimates were derived to apply to five-day periods between 30 and 120 days. The ratio factors vary from 6.16 to 1.72 for Criollos; from 8.52 to 2.25 for Jerseys and from 1.70 to 2.05 for the crossbreds corresponding to 30 and 120 days respectively. These ratio factors are of similar magnitude to those found in the literature with the exception of those of Criollos, which were low as a result of low persistency and short lactations.

The inclusion of a third variable, age, did not result in any noticeably higher precision in estimating total lactation.

From the results of this study, the following conclusions were drawn:

1. High correlations between complete and part lactations were found in the Criollo, Jersey and also for the Criollo-Jersey crossbred.
2. Using regression equations or ratio factors, it is possible to predict with accuracy the complete lactation from 30, 60, 90 and 120-day records.
3. Decisions with satisfactory confidence limits are possible from 60-day yield of the first lactation for Criollo and Jersey-Criollo, but it appears that four months or more are needed to obtain such precision in Jerseys.

4. The effect of age on first lactation yield was of little or no importance in this study.
5. Estimating lactation yields from part yields is more precise for milk than for fat.

## LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, H. H. y YAPP, W. W. Comparision of methods of estimating milk and fat production. *Journal of Dairy Science* 32(7):621-629. 1949.
2. BAYLEY, N. D. et al. A comparision fo bimonthly and quaterly testing with monthly testing for estimating dairy cattle production. *Journal of Dairy Science* 35(4):350-355. 1952.
3. BERRY, J. C. Reliability of averages of different numbers of lactation records for comparaing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 28(5):355-366. 1945.
4. \_\_\_\_\_ y LUSH, J. L. High records constrasted with unselected records and with average records as a basis for selecting cows. *Journal of Dairy Science* 22(8):607-617. 1939.
5. BODISCO, V. y CARNEVALI, A. Estimación de los rendimientos totales por lactancia con base en rendimientos parciales en novillas criollas lecheras. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 16(4):291-294. 1966.
6. BUDOWSKI, G. y SCHREUDER, G. The climate at Turrialba IICA. *Communications from Turrialba* Nº 68. 36 p. 1960.
7. BUTCHER, D. F. y FREEMAN, A. E. Heritabilities and repeatabilities of milk fat production by lactation. *Journal of Dairy Science* 51(9):1387-1391. 1968.
8. CANNON, C. et al. Predicting 305 day yields from short time records. *Journal of Dairy Science* 25(12):991-999. 1942.
9. CASTLE, O. M. y SEARLE, S. R. Use of bimonthly records in herd testing. *Journal of Dairy Science* 44(7):1335-1343. 1961.
10. COPELAND, L. The use of records in evaluating the inheritance of cows and in the proving of bulls. *Journal of Dairy Science* 21(10):651-660. 1938.
11. DEATON, O. W. y MCGILLARD, L. D. First, second and third records of a cow to estimate superiority of the daughters. *Journal of Dairy Science* 47(9):1004-1006. 1964.

12. DUTT, M. et al. Prediction equations for milk yield in murreh buffaloes. Indian Veterinary Journal 42(7):506-512. 1965.
13. FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. New York, The Ronald Press Company, 1960. 365 p.
14. FLETCHER, J. L. Factors for extending incomplete lactation of Jersey and Sindhi-Jersey. Jersey cows. Resumen. Journal of Dairy Science 43(3):446. 1960.
15. FRITZ, G. R. et al. Environmental influences on regression factors for estimating 305 day production from part lactations. Journal of Dairy Science 43(8):1108-1117. 1960.
16. GAINES, W. L. The deferred short-time test as a measure of the performance of dairy cows. Journal of Agricultural Research 35(3):237-249. 1927.
17. GIFFORD, W. The value of partial and completed lactations records for evaluating dairy cows. Resumen. Journal of Dairy Science 26(8):724-1943.
18. HARGROVE, G. L. et al. Relationships among first lactation and life time measurements in a dairy population. Journal of Dairy Science 52(5):651-656. 1969.
19. JOHANSSON, I. The first lactation yield as a basis for selection as compared with the second and third lactations. In Proceeding British Society Animal Production. 1955. Edinburgh Oliver and Boyd, 1956. pp. 102-114.
20. \_\_\_\_\_ y RENDEL, J. Genetics and animal breeding. s.e. Traducido del sueco al inglés por Michael Taylor. San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1968. 489 p.
21. JOHNSON, L. A. y CORLEY, E. L. Heredability and repeatability of first, second, third and fourth records of varying duration in Brown Swiss Cattle. Journal of Dairy Science 44(3):535-541. 1961.
22. LAMB, R. C. y MCGILLARD, L. D. Ratio factors to estimate 305 day production from lactation records in progress. Journal of Dairy Science 50(7):1101-1108. 1967.

23. LAMB, R. C. y MCGILLARD, L. D. Ratio factors to estimate 305 day production from lactation records in progress. *Journal of Dairy Science* 50(7):1101-1108. 1967.
24. LUSH, J. L. *Animal breeding plants*. 3a ed. The Iowa State University Press 1945. 443 p.
25. LUSH, J. L. y SHRODE, R. R. Changes in milk production with age and milking frequency. *Journal of Dairy Science* 33(5):338-357. 1950.
26. McDANIEL, B. T. Accuracy of sampling proceedings for estimating lactation yields. A review. *Journal of Dairy Science* 52(11):1742-1761. 1969.
27. McKELLIR, I. y SEATH, D. A comparison of the different methods of calculating yearly milk and butterfat records. *Journal of Dairy Science* 24(3):181-192. 1941.
28. \_\_\_\_\_. Relation between parts of lactation and producing ability of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 38(11):1264-1271. 1955.
29. \_\_\_\_\_. Relations between monthly test-day milk production of Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 39(6):932. 1956.
30. MADDEN, D. E. et al. Relations between test-day milk production of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 42(2): 319-326. 1959.
31. MAHADEVAN, P. The effect of environment and heredity on lactation. I. Milk Yield. *Journal of Agricultural Science* 41(1):80-88. 1951.
32. \_\_\_\_\_. Breeding for milk production in tropical cattle. Technical communication 17. Edinburgh, Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics, 1966. 154 p.
33. MALTOS, R. J. Genetic and environmental trends of growth and production in experimental herds under humid tropical conditions in Costa Rica. Thesis Ph.D. Texas AM University, 1968. 108 p.
34. MARTOJO, H. et al. First second versus all lactation records for selecting dairy cattle in a hot climate. Resumen. *Journal of Dairy Science* 46(6):620. 1963.

35. MILLER, C. C. y MEADOWS, C. E. Estimating 305 day yield from bimonthly and trimonthly date. *Journal of Dairy Science* 49(6):743. 1966.
36. MOLINUEVO, H. y LUSH, J. L. Reliability of first, second and third records for estimating the breeding value of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 47(8):890-893. 1964.
37. PURI, T. R. y SHARMA, K. N. S. Prediction of lifetime production on basis of first lactation yield and age at first lactation yield for selection of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 48(4):462-467. 1965.
38. RAMIREZ, A. y THOMPSON, N. R. Factors for extending incomplete solids not fat records to 305 days. Resumen. *Journal of Dairy Science* 48(6):805. 1966.
39. RIOS, C. E. et al. Selección del ganado criollo lechero en Venezuela. Maracay, Centro de Investigaciones Agronómicas, 1959. 35 p.
40. ROBERTSON, A. y KISHIN, S. S. The effect of selection for heifer milk yield on the production level of mature cows. *Journal of Agricultural Science* 50(1):12-15. 1958.
41. \_\_\_\_\_ y BARKER, J. S. F. The correlation between first lactation milk production and longevity in dairy cattle *Animal Production* 8:241-252. 1966.
42. SEARLE, S. R. Genetic studies of dairy production early in lactation. *Journal of Dairy Science* 46(11):1266-1272. 1963.
43. \_\_\_\_\_. Estimating improvement in genetic merit for lactation yield when selecting on production in early lactation. Resumen. *Journal of Dairy Science* 45(5):671. 1962.
44. SINGH, M. y ACHARYA, R. M. Inheritance of part lactation in Haryana cattle. *Journal of Dairy Science* 52(6):775-779. 1969.
45. SIKKA, L. C. Statistical studies in records of Indian dairy cattle. II. Reliability of different lactation yields as measures of a cow's milking capacity. *Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry* 3(3):240-253. 1933.

46. SPIKE, P. W. Genetic analysis of monthly yields of milk constitution. Thesis Ph.D. Ames, Iowa State University, 1968. 133 p.
47. \_\_\_\_\_, y FREEMAN, A. E. Variation in the test day production of milk constituents. Resumen. Journal of Dairy Science 49(6):736. 1966.
48. SUDONO, A. E. Evaluating various partial and complete lactation records among Holstein and Jersey cows. Thesis M.S. University of Kentucky, 1964. 48 p.
49. VAN VLECK, L. D. Genetic parameters of five months lactation records. Journal of Dairy Science 47(1):421-425. 1964.
50. \_\_\_\_\_. First lactation performance and herd life. Journal of Dairy Science 47(8):1000-1003. 1964.
51. \_\_\_\_\_. y BRADFORD, G. E. Genetic and material influence on the first three lactations of Holstein cows. Journal of Dairy Science 49(1):45-52. 1966
52. \_\_\_\_\_ y HART, C. L. Linearity of heredability of Holstein first lactation milk production. Journal of Dairy Science 48(10):1376-77. 1965.
53. \_\_\_\_\_ y HENDERSON, C. R. Regression factors for predicting a succeeding complete lactation milk records from part lactation records. Journal of Dairy Science 44(8):1322-1327. 1961.
54. \_\_\_\_\_ y HENDERSON, C. R. Regression factors for extending part lactation milk records. Journal of Dairy Science 44(8):1085-1092. 1961.
55. WHITE, J. M. y NICHOLS, J. R. Relationships between first lactation, later performance and length of herd life in Holstein Friesian cows. Journal of Dairy Science 48(4):468-474. 1965.