

CARACTERISTICAS DE REPRODUCCION Y PRODUCCION DE UN HATO HOLSTEIN  
EN ZONA DE ALTURA DEL TROPICO

Tesis de Grado  
de  
MAGISTER SCIENTIAE

Tiberio Perozo Yori



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA  
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Ganadería Tropical  
Turrialba, Costa Rica  
Agosto, 1971

CARACTERISTICAS DE REPRODUCCION Y PRODUCCION DE UN HATO  
HOLSTEIN EN ZONA DE ALTURA DEL TROPICO

Tesis

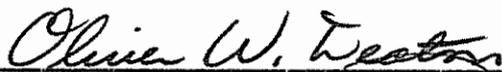
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados  
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

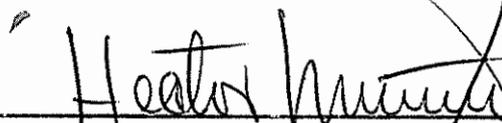
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Consejero

Oliver W. Deaton, Ph.D.



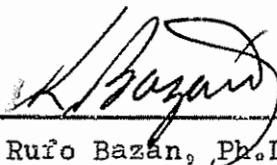
Comité

Héctor Muñoz, Ph.D.



Comité

Karel Vohnout, Ph.D.



Comité

Rufo Bazán, Ph.D.

Agosto, 1971

DEDICATORIA

A mi esposa

A mis hijos

A mis padres

A mis hermanos

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus agradecimientos:

Al Dr. Oliver W. Deaton, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo y por las enseñanzas impartidas a través de su formación profesional.

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

Al Dr. Karel Vohnout y Dr. Rufo Bazán por sus acertadas críticas.

Al Ing. Angel Iturbide y al Ing. Eduardo Castillo por el suministro de la información y la colaboración recibida para su recopilación.

Al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y al Ministerio de Agricultura y Cría por haberle hecho posible realizar sus estudios de postgrado.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Maracaibo, Venezuela, el 11 de noviembre de 1941. Hizo sus estudios primarios en el Colegio San Luis de Gonzaga y en el Instituto Cervantes, y los estudios secundarios en el Liceo Rafael Ma. Baralt, obteniendo el título de Bachiller en Ciencias en 1959. Ese mismo año ingresó en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, donde recibió el título de Ingeniero Agrónomo en 1964.

En enero de 1965 ingresó al Ministerio de Agricultura y Cría desempeñando el cargo de Especialista de Extensión en Forrajes y Bovinos, de la Oficina de Extensión Agrícola. En marzo de 1966 pasó a la Estación Experimental del Zulia, del mismo Ministerio, para trabajar en los proyectos de Selección y Mejoramiento del Ganado Criollo Lechero.

En septiembre de 1969 ingresó al Departamento de Zootecnia en el Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica, finalizando sus estudios de postgrado en agosto de 1971.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
I. Medidas de eficiencia reproductiva y factores que la afectan .....	3
II. Factores que afectan la producción de leche y grasa	6
1. Factores ambientales .....	6
2. Factores genéticos .....	7
MATERIALES Y METODOS .....	10
I. Localización y fuente de los datos .....	10
II. Métodos utilizados para analizar los datos .....	12
1. Medidas de fertilidad .....	12
2. Parámetros ambientales .....	13
3. Parámetros genéticos .....	14
RESULTADOS Y DISCUSION .....	17
I. Medidas de comportamiento reproductivo .....	17
1. Fertilidad .....	17
2. Intervalos entre partos .....	19
II. Producciones de leche y grasa por lactancia .....	22
1. Parámetros ambientales .....	22
2. Parámetros genéticos .....	24
RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	33
SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	35
LITERATURA CITADA .....	37

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N <sup>o</sup>		Página
1	Intervalos entre parto y primer servicio, y entre primer servicio y concepción, en número de observaciones .....	11
2	Producciones de leche y grasa, e intervalos entre partos .....	12
3	Análisis de variancia para primeras lactancias y edades al primer parto .....	14
4	Análisis de variancia para la producción en todas las lactancias y los intervalos entre partos .....	15
5	Promedios y desviaciones estandares de las medidas de fertilidad .....	17
6	Intervalos entre partos por épocas en los diferentes años. Promedios en meses .....	19
7	Análisis de variancia para intervalos entre partos .....	20
8	Análisis de variancia para edades al primer parto .....	21
9	Producción de leche y grasa. Promedios en kilogramos .....	22
10	Análisis de variancia de las producciones de leche y grasa .....	23
11	Análisis de variancia de las producciones sin corregir en primera lactancia, con datos originales .....	25
12	Análisis de variancia de las producciones sin corregir en primera lactancia, como desviaciones .....	25
13	Análisis de variancia de las producciones a edad adulta en primera lactancia, con datos originales.....	26

Cuadro N <sup>o</sup>		<u>Página</u>
14	Análisis de variancia de las producciones a edad adulta en primera lactancia, como desviaciones .....	26
15	Indices de herencia para la producción de leche y grasa en primera lactancia, con datos originales y como desviaciones .....	27
16	Análisis de variancia de las producciones sin corregir en todas las lactancias, como desviaciones .....	29
17	Análisis de variancia de las producciones a edad adulta en todas las lactancias, como desviaciones .....	30
18	Indices de herencia y de constancia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias, con datos originales y como desviaciones .....	31

## INTRODUCCION

En las regiones tropicales, los hatos bovinos de razas de clima templado se han incrementado en los últimos años. Este incremento se ha justificado por los niveles de producción logrados en sus zonas de origen y no alcanzados por los grupos raciales nativos. Sin embargo, estas razas no han presentado las mismas características productivas mostradas en las zonas templadas. Aun en zonas de altura del trópico, con condiciones climáticas aparentemente favorables, el comportamiento de estas razas ha diferido en los aspectos de reproducción y producción.

La variación que existe en el comportamiento reproductivo y productivo de los animales es debida a factores ambientales y genéticos. Un problema práctico es la evaluación de los animales en base a sus registros de producción, que permite decidir los animales a eliminar o retener en el hato. Diversos factores ambientales afectan el comportamiento productivo de los animales, por lo que se han desarrollado procedimientos para separar estas causas de variación, pudiéndose hacer comparaciones más precisas entre los animales. El conocimiento de la fracción de la variación de los caracteres productivos que se puede recuperar en una próxima generación resulta útil para desarrollar programas de mejoramiento genético animal.

El objetivo general de este trabajo ha sido evaluar algunas características de la reproducción y la producción de un hato Holstein en una zona de altura del trópico, con el fin de desarrollar un programa de mejoramiento animal.

Los objetivos específicos fueron:

1. Evaluar el comportamiento reproductivo de los animales, estimando algunos parámetros ambientales y genéticos.
2. Estimar parámetros ambientales y genéticos para la producción de leche y grasa por lactancia.
3. Utilizar procedimientos prácticos para desarrollar un programa de mejoramiento animal.

## . REVISION DE LITERATURA

La productividad de un hato de bovinos lecheros está determinada por el comportamiento reproductivo y productivo de sus animales. La evaluación de las características de reproducción y producción de los animales, así como de los factores que las afectan, permite definir el estado productivo de la raza o grupos raciales explotados.

### I. Medidas de eficiencia reproductiva y factores que la afectan

Diversas formas han sido utilizadas para medir la eficiencia reproductiva de los animales, siendo las más comunes: los días entre el parto y el primer servicio, los días entre el primer servicio y la concepción, los días entre el parto y la concepción, el número de servicios por concepción y el intervalo entre partos. En hatos con registros individuales de reproducción estas medidas son de fácil evaluación, aunque ninguna es completamente satisfactoria.

Los días entre el parto y el primer servicio es una medida que refleja pobremente la fertilidad de las hembras, ya que no es determinada por la vaca solamente, pues el criador puede fijar dicho intervalo dentro de su sistema de manejo. Sin embargo debe considerarse el tiempo de involución uterina, que requiere alrededor de 60 días (23). Esta medida es afectada por el ambiente y por las condiciones fisiológicas del animal.

Los días entre el primer servicio y la concepción es una medida bastante utilizada para evaluar la fertilidad de las hembras, lográndose la mayor validez en su estimación, cuando no ocurren errores humanos notables al momento del servicio, y el semen utilizado procede

de toros de reconocida fertilidad (23). Cooper (7) ha señalado el efecto sobre esta medida de los días transcurridos entre el parto y el primer servicio. Bodisco y Mazzarri (3) trabajando con vacas Pardo Suizas en Venezuela, detectaron efecto de año y época sobre el siguiente intervalo entre primer servicio y la concepción.

El intervalo entre el parto y la concepción es una medida que resulta de sumar los intervalos de las dos medidas señaladas anteriormente. Por consecuencia, está influenciado por el sistema de manejo en cuanto a los días entre el parto y el primer servicio, y por las deficiencias y efectos mencionados para el intervalo entre el primer servicio y la concepción.

El número de servicios por concepción es considerada una buena medida de fertilidad, aunque en algunos casos enmascara pérdidas embrionarias, pues el número de servicios no representa claramente los días necesarios para la concepción real. Esta medida es afectada por los mismos factores señalados para el intervalo entre el primer servicio y la concepción, especialmente por la calidad del semen empleado y por las técnicas de inseminación usadas (23).

El intervalo entre partos es el lapso comprendido entre un parto y el subsiguiente, y está compuesto por los días entre el parto y la concepción, y el período de gestación. El período de gestación es bastante constante dentro de razas bovinas, siendo más variable el intervalo entre el parto y la concepción. Según Cooper (7) los días entre el primer servicio y la concepción es el componente del intervalo entre partos que más contribuye a su variación. Bodisco y Mazzarri (3) trabajando con vacas Pardo Suizas en el trópico mencionan el

efecto de año sobre los intervalos entre partos de esta raza. Poston, Ulberg y Legates (22) trabajando con vacas Holstein en clima templado encontraron efecto del mes al parto sobre la longitud del subsiguiente intervalo entre partos. Una desventaja de esta medida es que no refleja el comportamiento reproductivo de las novillas, porque no las incluye. Sin embargo se pueden considerar las novillas aparte, tomando la edad al primer parto para evaluar su eficiencia reproductiva. De Alba (8) señala que la edad al primer parto es una medida muy influenciada por la alimentación y el manejo dado a las novillas durante el crecimiento.

Dadas las características de cada una de las medidas mencionadas se pueden considerar como las más efectivas para evaluar la eficiencia reproductiva de las hembras, las siguientes: los días entre el primer servicio y la concepción, el número de servicios por concepción y el intervalo entre partos. Como medidas de eficiencia reproductiva influenciadas por el sistema de manejo: el intervalo entre el parto y el primer servicio, y la edad al primer parto.

Para calificar la eficiencia reproductiva en los hatos lecheros se pueden considerar 1,5 a 2,0 servicios por concepción (8), como buen comportamiento reproductivo, y corresponde a un intervalo de 30 a 40 días entre el primer servicio y la concepción. Estas calificaciones se establecen tomando un intervalo entre partos de 12 meses, que se considera óptimo. Intervalos entre partos entre los 12 y 13 meses resultan en una mayor producción por día de vida productiva de las vacas (14). Un intervalo entre el parto y el primer servicio de 60 a 70 días es suficiente para lograr concepciones en las vacas.

Aunque las medidas señaladas anteriormente reflejan la eficiencia reproductiva de las hembras, su variación es debida principalmente a efectos de manejo y alimentación, mientras que la influencia genética es mínima (7, 15, 16). Dados estos efectos, el mejoramiento de la eficiencia reproductiva por métodos de selección es casi nulo (7, 8).

## II. Factores que afectan la producción de leche y grasa

### 1. Factores ambientales

La influencia de los principales factores ambientales sobre la producción de leche y grasa por lactancia ha sido reconocida durante mucho tiempo. La información básica que se obtiene sobre estos factores en una región, puede permitir el desarrollo de programas de manejo y mejoramiento en los hatos. Dentro de una misma región, la producción puede variar de un hato a otro, como consecuencia de la variación en los sistemas de manejo empleados.

La edad de los animales es uno de los factores que mayor variación causa en las producciones dentro de un hato. Varios estudios (6, 13, 19) han señalado el efecto de la edad sobre la producción de leche y grasa. Clawson, King y Bird (6) trabajando con varias razas, señalan que las vacas Holstein incrementaron la producción con la edad, alcanzando su máxima producción a los 7 años. Debido a este efecto, cuando se quieren combinar registros de producción de leche y grasa a diferentes edades para hacer comparaciones entre los animales, es necesario ajustar por la edad al parto. McDaniel y Miller (18) han presentado una revisión de los métodos usados para calcular factores

de ajuste por edad para la producción de leche y grasa.

La época al parto es un factor que causa variación en las producciones de leche y grasa. El grado de influencia de la época varía de una región a otra, de acuerdo a como varíen las condiciones de clima y producción de alimento. En ganado Holstein, bajo condiciones de clima templado, Gacula et al. (12), y Plum (21) encontraron que la época al parto afectó las producciones de leche y grasa. Variación en las producciones de leche y grasa se observa con los años debido a fluctuaciones de los mismos. Su efecto es más notorio cuando se quiere comparar producciones registradas en diferentes años, porque parte de las diferencias que se obtienen entre las producciones están asociadas con diferencias en los años. Para reducir las variaciones anuales, Gaalas y Plowman (11) ajustaron las producciones individuales por años dentro de un mismo hato, en esta forma redujeron el rango de variación de los promedios anuales de 2 417 lb de leche y 106 lb de grasa a 1 107 lb de leche y 46 lb de grasa.

## 2. Factores genéticos

Una fracción de la variación total existente entre las producciones de leche y grasa es debida a diferencias en el genotipo de los animales. Consecuentemente, la determinación de esta fracción resulta importante. Esta fracción o índice de herencia\* en caracteres modificables puede considerarse más o menos constante en poblaciones bajo un grupo determinado de condiciones ambientales (13). Sin embargo, si las condiciones ambientales o la precisión de las mediciones de los caracteres, u ambos son modificados, esta fracción puede alterar-

---

\* Índice de herencia = heredabilidad.

se; aun cuando la estructura genética de la población sea la misma (13). Debe considerarse que la estructura genética puede ser diferente de una población a otra, en una misma raza.

La estimación de índices de herencia para las características productivas de los animales son útiles para el establecimiento de programas de mejoramiento genético animal. Johansson (13) presenta una revisión bastante amplia, en su texto, de los índices de herencia para la producción de leche y grasa. Touchberry (24) ha estimado índices de herencia para la producción de leche y grasa en hatos con diferentes niveles de producción, obteniendo 0,25 de índice para ambas producciones, señalando que el incremento en nivel de producción no afecta la heredabilidad del carácter. Van Vleck y Bradford (27) han comparado los dos métodos más usados para la estimación de índices de herencia; las regresión madre-hija y la correlación entre medias hermanas paternas. Estos autores señalan diferencias entre los dos métodos en la estimación de valores para un mismo carácter, obteniendo valores mayores por el método de regresión madre-hija. Añaden, que si esta diferencia es real y no es un artificio estadístico, hay un 18% de la variación dentro de hato que se debe a efecto materno. Freeman (10) sugiere la utilización de los registros de producción como desviaciones del promedio de contemporáneas o de subclase, para corregir o separar algunos efectos ambientales cuando se quiere estimar parámetros genéticos. McDaniel y Legates (17), y Van Vleck et al. (26) han presentado trabajos demostrando la conveniencia del uso de los registros de producción como desviaciones, para la comparación de animales. De Alba (8) señala que la estimación de índices de herencia en pobla-

ciones pequeñas arroja índices considerablemente altos, siendo una consecuencia parcial la confusión de las influencias genéticas y ambientales.

La estimación de índices de constancia para las producciones de leche y grasa tiene utilidad para hacer decisiones de selección de animales en diferentes etapas o lactancias, cuando estos índices son de regular magnitud. Ha sido demostrada la relación que existe entre un registro y registros consecutivos de un animal (13). Evans et al. (9) han obtenido correlaciones fenotípicas de 0,45 entre el primer registro de producción y la producción total por vida del animal.

## MATERIALES Y METODOS

### I. Localización y fuente de los datos

Los datos utilizados en el presente estudio provienen de los registros del hato Holstein registrado de la finca Agua Tibia, ubicada en San José Pinula, Guatemala, recopilados durante los años de 1960 a 1970. La finca está situada en la región central de Guatemala, a una altitud de 1700 metros sobre el nivel del mar, una precipitación anual promedio de 1800 mm y una temperatura media anual de 19°C. Los animales pastorean potreros de pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum) irrigados y fertilizados periódicamente. Los animales en producción reciben alimentación suplementaria.

La recopilación de los datos de fertilidad se hizo de los registros de 156 vacas con 507 períodos de servicios, como novillas y en los cinco primeros partos. Se calcularon los intervalos en días entre el parto y el primer servicio, y entre el primer servicio y la concepción, además el número de servicios por concepción. La distribución de observaciones de estos intervalos aparece en el Cuadro 1. Se recopiló la edad al primer parto de 218 vacas.

Se recolectó un total de 749 registros de producción provenientes de 319 vacas, y un total de 466 intervalos entre partos. Estos registros estaban constituidos por producciones de leche y grasa sin corregir, y producciones de leche y grasa ajustadas a edad adulta por el Ministerio de Agricultura, usando factores de la Holstein Friesian Association de los Estados Unidos.

Cuadro 1. Intervalos entre parto y primer servicio, y entre primer servicio y concepción, en número de observaciones.

Parto	Intervalos	
	Parto-1er Servicio	1er Servicio-Concepción
Novillas	---	155
1er parto	138	138
2do parto	93	93
3er parto	63	63
4to parto	37	37
5to parto	21	21
Total	352	507

Los registros individuales de producción correspondieron a los primeros 305 días. Estos registros individuales fueron pasados a tarjetas de IBM, para su computación, con la siguiente información: identificación de la vaca, identificación del padre, identificación de la madre, fecha de nacimiento, fecha de parto, días en producción, producción de leche sin corregir, producción de grasa sin corregir, producción de leche a edad adulta, producción de grasa a edad adulta, tipo de parto y el intervalo entre partos.

En el Cuadro 2 aparece la distribución de las producciones de leche sin corregir (LSC), producciones de grasa sin corregir (GSC), producciones de leche a edad adulta (LEA), producciones de grasa a edad adulta (GEA) y los intervalos entre partos (IP), en observaciones por año.

Cuadro 2. Producciones de leche y grasa, e intervalos entre partos.

Años	Observaciones por año				
	LSC	GSC	LEA	GEA	IP
1960	52	52	52	52	44
1961	68	67	64	63	51
1962	63	63	62	62	47
1963	80	80	78	78	50
1964	62	61	61	61	48
1965	89	89	89	89	63
1966	89	88	88	88	65
1967	95	94	94	94	65
1968	87	86	87	86	33
1969	64	64	64	64	--
<b>Totales</b>	<b>749</b>	<b>744</b>	<b>739</b>	<b>737</b>	<b>466</b>

## II. Métodos utilizados para analizar los datos

### 1. Medidas de fertilidad

Los datos de fertilidad fueron agrupados por número del parto calculándose la media y la desviación estandar para cada parto. No se realizó otro tipo de análisis debido al bajo número de observaciones.

## 2. Parámetros ambientales

Los datos de producción de leche y grasa, y los intervalos entre partos fueron agrupados por año y época para estimar sus efectos. Se tomó para su agrupación la fecha de iniciación de la producción del intervalo entre parto. Los datos de producción se agruparon en los diez años de información y dentro de cada año en tres épocas, que correspondían a: I. Enero hasta abril. II. Mayo hasta agosto. III. Setiembre hasta diciembre. La división de las épocas fue arbitraria. Los datos de intervalos entre partos se agruparon en ocho años y en las tres épocas mencionadas, excluyéndose los datos del último año por ser incompletos.

Para estimar los efectos de años, épocas y su interacción, se utilizó el método de mínimos cuadrados. El modelo matemático empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A B)_{ij} + E_{ijk}$$

donde  $Y_{ijk}$  es la observación  $k$  en la época  $j$  en el año  $i$ ;  $\mu$  es la media común a todas las observaciones;  $A_i$  es el efecto del año  $i$ ;  $B_j$  es el efecto de la época  $j$ ;  $(A B)_{ij}$  es el efecto de la interacción de época por año; y  $E_{ijk}$  son las desviaciones de las observaciones  $k$  en la época  $j$  y en el año  $i$  debida a factores no comprendidos en el modelo. Se asume en el modelo que los años y las épocas son una muestra al azar, que posee una distribución normal con media igual a cero y variancia igual a  $\sigma^2$ .

### 3. Parámetros genéticos

Los registros de producción de leche y grasa sin corregir, y a edad adulta, intervalos entre partos y edades al primer parto fueron agrupados por padre de la vaca para estimar sus índices de herencia e índices de constancia. Los registros de producción fueron analizados como datos originales y como desviaciones de la media de sus compañeras de rebaño en cada año. Se eliminaron del análisis los toros con una sola hija.

Las estimaciones de índices de herencia para las producciones en primera lactancia y las edades al primer parto se hicieron por el método de correlaciones intraclase. Para la estimación de los componentes de variancia se utilizó el análisis de variancia jerárquico, de acuerdo al modelo señalado por Becker (2), que aparece en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de variancia para primeras lactancias y edades al primer parto.

Fuente de variación	G.L.	Esperanza de los Cuadrados Medios
Entre toros	$t - 1$	$\sigma_h^2 + k_1 \sigma_t^2$
Entre hijas/toros	$n. - t$	$\sigma_h^2$

$t$  = número de toros                       $n.$  = número de observaciones totales

$k_1$  = constante determinada por el número de hijas por toro.

El coeficiente del componente de variancia de toros se calculó por el método descrito por Anderson y Bancroft (1), para un número

desigual de observaciones en la subclase. El índice de herencia se calculó por la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de herencia } (h^2) = \frac{4 \sigma_t^2}{\sigma_h^2 + \sigma_t^2}$$

Las estimaciones de índices de herencia e índices de constancia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias y para los intervalos entre partos se hicieron usando el mismo método señalado para la producción en primeras lactancias. La estimación de los componentes de variancia se hizo de acuerdo al modelo señalado por Becker (2), que se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de variancia para la producción en todas las lactancias y los intervalos entre partos.

Fuente de variación	G.L.	Esperanza de los Cuadrados Medios
Entre toros	t - 1	$\sigma_1^2 + k_2 \sigma_h^2 + k_1 \sigma_t^2$
Entre hijas/toro	h - t	$\sigma_1^2 + k_3 \sigma_h^2$
Entre lactancias/hija	n.. - h	$\sigma_1^2$

t = número de toros; h = número de hijas total; n.. = número de observaciones totales;  $k_1, k_2, k_3$  = constantes determinadas por el número de observaciones en los grupos.

Los coeficientes de los componentes de variancia se calcularon por el método descrito por Anderson y Bancroft (1), para número

desigual de observaciones. Los índices de herencia y constancia se calcularon por las siguientes fórmulas:

$$\text{Índice de herencia } (h^2) = \frac{4 \sigma_t^2}{\sigma_l^2 + \sigma_h^2 + \sigma_t^2}$$

$$\text{Índice de constancia } (r) = \frac{\sigma_h^2}{\sigma_h^2 + \sigma_l^2}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos analizados fueron agrupados en medidas de comportamiento reproductivo y, en producciones de leche y grasa por lactancia.

### I. Medidas de comportamiento reproductivo

#### 1. Fertilidad

En el Cuadro 5 aparecen los promedios y desviaciones estandares de los días entre el parto y el primer servicio, días entre el primer servicio y la concepción, y del número de servicios requeridos por concepción.

Cuadro 5. Promedios y desviaciones estandares de las medidas de fertilidad.

Parto	Parto-1er Serv. días	1er Serv.-Conc. días	Serv.-Conc. no.
Novilla	---	114 ± 139	3,4 ± 2,7
1er parto	108 ± 34	90 ± 114	3,1 ± 2,9
2do parto	104 ± 39	76 ± 131	2,8 ± 2,8
3er parto	102 ± 36	85 ± 117	2,6 ± 2,3
4to parto	110 ± 45	84 ± 97	3,1 ± 2,5
5to parto	101 ± 34	74 ± 88	3,0 ± 2,9
Promedios	106	93	3,0

En el Cuadro 5 podemos observar que en todos los casos, los días entre el parto y el primer servicio superan los 100 días. Esto puede ocurrir como consecuencia de limitar los servicios a las hembras a no menos de 75 días después del parto. Otra causa podría ser problemas de las hembras para retornar en celo después del parto. Además en el Cuadro 5 se puede notar que la variación en el número de días entre el parto y el primer servicio es bastante amplia. Estas cifras son mayores a la señalada por Salisbury y Vandemark (23) para la aparición de celos normales después del parto.

Los días entre el primer servicio y la concepción, así como el número de servicios requeridos por concepción superan los valores señalados por De Alba (8) como un buen comportamiento reproductivo. Según su guía para la calificación de eficiencia reproductiva en los hatos lecheros, se debería requerir 1,5 a 2,0 servicios por concepción y de 30 a 40 días entre el primer servicio y la concepción. La variación en los días entre el primer servicio y la concepción es bastante amplia, siendo máxima en las novillas un rango de 0 a 253 días. El número de servicios por concepción también presenta una variación considerable, que va de 1 a 6 servicios por concepción. Comparando el intervalo entre el primer servicio y la concepción con el número de servicios requeridos por concepción se observa que no se corresponde. El intervalo normal entre celos en bovinos es de 21 días, implicando estos resultados fallas, posiblemente reproductivas o de detección de los celos.

El análisis de estos datos nos permite señalar deficiencias en el comportamiento reproductivo del hato, demostrando el intervalo

entre el parto y el primer servicio, y el intervalo entre el primer servicio y la concepción efecto del sistema de manejo empleado.

## 2. Intervalos entre partos

En el Cuadro 6 aparecen los promedios de intervalos entre partos para cada época en los diferentes años.

Cuadro 6. Intervalos entre partos por épocas en los diferentes años.  
Promedios en meses.

Años	Epocas	Enero	Mayo	Setiembre	Promedios
	Abril	Agosto	Diciembre		
1960		13,5	14,1	14,8	14,2
1961		16,0	14,4	16,4	15,7
1962		16,5	14,6	16,9	15,7
1963		15,8	18,9	19,5	18,5
1964		18,3	17,4	16,3	17,6
1965		16,2	15,0	15,5	15,4
1966		14,5	14,3	13,7	14,2
1967		13,5	14,7	13,9	13,9
Promedios		15,4	15,4	15,8	15,5

El análisis de estos datos detectó diferencias en los intervalos entre partos debido al efecto de año, pero no señaló diferencias en los intervalos debido al efecto de época, ni de interacción de época

por año. Estos resultados de efecto de año son similares a los obtenidos por Bodisco y Mazzarri (3) trabajando con vacas Pardo Suizas en Venezuela, y a los obtenidos por Poston et al (22) trabajando con vacas Holstein en zonas de clima templado. Los promedios de intervalos entre partos obtenidos son superiores a los señalados por De Alba (8) como intervalo entre partos óptimo, que es de 12 meses. Se puede observar en el Cuadro 6 que los intervalos entre partos en los años 1966 y 1967 fueron menores a los años anteriores. Los promedios de los años 1966 y 1967 son similares a los obtenidos por Lamb y Kopland (14), quienes señalan que intervalos entre partos de 13 meses permiten obtener mayores rendimientos por vida productiva de las vacas.

En el Cuadro 7 aparece el análisis de variancia jerárquico realizado para estimar los componentes de variancia, con los intervalos entre partos.

Cuadro 7. Análisis de variancia para intervalos entre partos.

Fuentes de variación	G.L.	C. M.	Componentes de Variancia
Toros	23	19,30	0,096
Hijas/toro	162	14,51	0,000
Intervalo/hija	211	17,83	17,830

El índice de herencia estimado para el intervalo entre partos fue 0,02 y el índice de constancia 0,00. Estos valores son similares a los obtenidos por Lindley et al. (16) y por Cooper (7). Los resulta-

dos obtenidos confirman la tesis de que la variación que existe en el comportamiento reproductivo de los animales es debida enteramente a factores no genéticos.

En el Cuadro 8 aparece el análisis de variancia empleado para estimar los componentes de variancia en las edades al primer parto.

Cuadro 8. Análisis de variancia para edades al primer parto.

Fuentes de variación	G.L.	C. M.	Componentes de Variancia
Toros	22	46,91	2,70
Hijas/toros	195	23,96	23,96

El índice de herencia estimado para la edad al primer parto fue 0,43, lo que nos indica que una parte considerable de la variación en las edades al primer parto se debe al genotipo de los animales. Este valor es relativamente alto, y coincide con las estimaciones hechas de índices de herencia para medidas de crecimiento y peso vivo, que también son altos. El promedio de edad al primer parto fue de 27 meses, que puede considerarse aceptable. White y Nichols (28) trabajando con esta misma raza obtuvo un resultado similar. Evans et al. (9) trabajando con registros recopilados durante 34 años obtuvo una edad al primer parto de 33 meses con vacas Holstein.

## II. Producciones de leche y grasa por lactancia

### 1. Parámetros ambientales

En el Cuadro 9 aparecen los promedios de la producción de leche sin corregir (LSC), producción de grasa sin corregir (GSC), producción de leche ajustada a edad adulta (LEA) y producción de grasa ajustada a edad adulta (GEA), en los diferentes años.

Cuadro 9. Producción de leche y grasa. Promedios en kilogramos.

Años	LSC	GSC	LEA	GEA
1960	4 098	140	4 434	151
1961	4 189	141	4 535	151
1962	4 603	151	5 130	167
1963	4 658	152	5 475	180
1964	4 829	162	5 748	194
1965	4 911	162	5 689	185
1966	4 501	159	5 142	180
1967	4 473	156	5 240	182
1968	4 560	153	5 453	180
1969	3 960	125	4 560	147
Promedios	4 505	151	5 277	174

El análisis de estos datos reveló diferencias en las producciones debidas al efecto de año, en tanto que el efecto de época fue

significante solamente en las producciones de leche y grasa a edad adulta. La interacción de época por año no fue significativa en ninguna de las producciones. En el Cuadro 10 aparece el análisis de variancia realizado para estimar los efectos de año y época sobre la producción de leche y grasa por lactancia.

Cuadro 10. Análisis de variancia de las producciones de leche y grasa.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados medios			
		LSC	GSC	LEA	GEA
Años	9	31 748 801**	41 846**	78 437 527**	101 470**
Epocas	2	8 013 854	7 273	20 870 262*	19 686*
Año x Epoca	18	99 455	6 750	491 666	1 191
Error		5 250 943	6 574	4 865 370	6 282
	(E)	(719)	(714)	(709)	(707)

\*\* = significativo ( $P \leq ,01$ )                      \* = significativo ( $P \leq ,05$ )

E = grados de libertad del error en cada medida.

Se puede observar en el Cuadro 10 que la variación de los años y de las épocas es mayor en las producciones de leche y grasa ajustadas a edad adulta que en las producciones sin corregir, mientras que la variancia del error es similar. Esto implica que no hay reducción de la variación dentro de época con el ajuste por edad, pero si hay un incremento en la variación entre épocas y entre años, esta es la causa

para la significancia del efecto de época en las producciones a edad adulta. Esto puede ser consecuencia de que el ajuste por edad permitió detectar diferencias reales entre las épocas, que se hallan enmascaradas en las producciones sin corregir. La no detección de efecto de época en las producciones sin corregir se podría deber a un efecto confundido de las edades con las épocas, determinado por estacionalidad en los partos de animales jóvenes o viejos, u ambos. También puede ser consecuencia de las renovaciones del rebaño. En caso contrario a lo señalado, pudiera ser que las diferencias entre las épocas no sean reales, y que el ajuste por edad es inadecuado.

Efecto de años y épocas sobre la producción de leche y grasa ha sido detectado por Gaalas y Plowman (11) y, por Gacula et al. (12) en regiones de clima templado. Las diferencias entre años son comunes, debido a las variaciones que existen en las condiciones climáticas y de manejo de un año a otro, así los promedios señalados en el Cuadro 9 difieren en parte a variaciones en los años. Se puede notar sin embargo, que existe poca diferencias entre los promedios de producción del año 1960 y los promedios de 1969 lo que nos indica que no ha habido mejoramiento en la capacidad productiva de los animales.

## 2. Parámetros genéticos

En el Cuadro 11 aparece el análisis de variancia jerárquico realizado con datos originales de las producciones de leche y grasa sin corregir en primera lactancia.

Cuadro 11. Análisis de variancia de las producciones sin corregir en primera lactancia, con datos originales.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		Componentes de Variancia	
		Leche	Grasa	Leche	Grasa
Toros	22	9 342 103	13 090	737 803	1 045
Hijas/toros	195	3 085 529	4 256	3 085 529	4 256

El índice de herencia estimado para la producción de leche en primera lactancia fue 0,77 y para la producción de grasa fue 0,79.

En el Cuadro 12 aparece el análisis de variancia jerárquico realizado con datos como desviaciones de las medias de año, de las producciones de leche y grasa sin corregir en primera lactancia.

Cuadro 12. Análisis de variancia de las producciones sin corregir en primera lactancia, como desviaciones.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		Componentes de Variancia	
		Leche	Grasa	Leche	Grasa
Toros	22	4 680 192	7 953	207 908	455
Hijas/toros	195	2 916 957	4 107	2 916 957	4 107

El índice de herencia estimado para la producción de leche en primera lactancia fue 0,26 y para la producción de grasa fue 0,39.

Los mismos análisis se repitieron para las producciones de leche

y grasa en primera lactancia, ajustadas a edad adulta. En el Cuadro 13 aparece el análisis de variancia jerárquico realizado con datos originales de las producciones de leche y grasa en primera lactancia, ajustadas a edad adulta.

Cuadro 13. Análisis de variancia de las producciones a edad adulta en primera lactancia, con datos originales.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		Componentes de Variancia	
		Leche	Grasa	Leche	Grasa
Toros	22	16 090 758	25 745	1 409 813	2 396
Hijas/toros	191	4 417 502	5 957	4 417 502	5 957

El índice de herencia estimado para la producción de leche a edad adulta en primera lactancia fue 0,97 y para la producción de grasa fue 1,14.

En el Cuadro 14 aparece el análisis de variancia jerárquico con datos como desviaciones de las medias de año de las producciones de leche y grasa en primera lactancia, ajustadas a edad adulta.

Cuadro 14. Análisis de variancia de las producciones a edad adulta en primera lactancia, como desviaciones.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		Componentes de Variancia	
		Leche	Grasa	Leche	Grasa
Toros	22	7 049 180	13 701	335 243	973
Hijas/toros	191	4 273 366	5 659	4 273 366	5 659

El índice de herencia estimado para la producción de leche a edad adulta en primera lactancia fue 0,29 y para la producción de grasa fue 0,58.

En el Cuadro 15 aparece un resumen de los índices de herencia estimados para las producciones en primera lactancia, de leche y grasa sin corregir y ajustadas a edad adulta, tanto con datos originales y como desviaciones de las medias de año.

Cuadro 15. Índices de herencia para la producción de leche y grasa en primera lactancia, con datos originales y como desviaciones.

Producciones	Índices de Herencia	
	Datos originales	Desviaciones
Leche sin corregir	0,77	0,26
Grasa sin corregir	0,79	0,39
Leche a edad adulta	0,97	0,29
Grasa a edad adulta	1,14	0,58

Las estimaciones de índices de herencia para la producción de leche y grasa en primera lactancia con datos originales dieron valores muy altos, comparados con los índices estimados con datos como desviaciones de las medias de año y con los señalados por Johansson (13) y Touchberry (24) entre otros. Observando los análisis de variancia jerárquico para las producciones de leche y grasa sin corregir de los Cuadros 11 y 12, se puede notar que la variancia debida a

toros se redujo considerablemente cuando se usaron los datos como desviaciones, mientras que la variancia debida a hijas dentro de toro con datos originales y con desviaciones es similar. Lo mismo se observa con las producciones de leche y grasa ajustadas a edad adulta, de los Cuadros 13 y 14. Aparentemente la variancia debida a toros calculada con datos originales enmascara efectos ambientales, por lo que se obtuvo valores altos en los índices de herencia. Esto puede deberse a un efecto confundido de manejo con las hijas de los toros, también podría ser un efecto confundido de los toros con los años, ya que los toros no están representados por hijas en todos los años.

Los índices de herencia estimados para la producción de leche y grasa en primera lactancia calculados con datos como desviaciones, que aparecen en el Cuadro 15, son similares a los señalados por Johansson (13) y a los obtenidos por Burnside y Rennie (5) y por Touchberry (24). Esta similitud con las referencias de la literatura nos indica que la utilización de los registros de producción como desviaciones permite estimar parámetros genéticos más reales, coincidiendo con lo señalado por Freeman (10). Se puede observar en el Cuadro 15, que los índices de herencia para las producciones de leche y grasa ajustadas a edad adulta son ligeramente superiores a los estimados para las producciones sin corregir, aunque el de la grasa a edad adulta está abultado, comparado con los trabajos mencionados de la literatura. Esto puede deberse a que se enmascararon algunos efectos de épocas en las estimaciones para producciones ajustadas a edad adulta, y el efecto de época fue significativo en estas producciones. Las desviaciones utilizadas fueron con respecto a las medias de año. Es

posible que las estimaciones en base a producciones ajustadas por edad reflejen mejor las diferencias genéticas entre las vacas.

Se estimaron índices de herencia y de constancia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias. En el Cuadro 16 aparece al análisis de variancia jerárquico realizado con las producciones de leche y grasa sin corregir en todas las lactancias, usando los datos como desviaciones de las medias de año.

Cuadro 16. Análisis de variancia de las producciones sin corregir en todas las lactancias, como desviaciones.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		Componentes de Variancia	
		Leche	Grasa	Leche	Grasa
Toros	49	13 514 935	17 041	273 414	535
Hijas/toros	260	7 721 006	8 984	2 211 129	2 327
Lactancias/hijas	425	2 812 299	3 839	2 812 299	3 839

El índice de herencia estimado para la producción de leche sin corregir en todas las lactancias fue 0,21 y el índice de constancia fue 0,44. El índice de herencia para la producción de grasa sin corregir en todas las lactancias fue 0,32 y el índice de constancia fue 0,38. Estos mismos valores fueron estimados con datos originales, obteniéndose un índice de herencia para la producción de leche sin corregir de 0,25 y el índice de constancia de 0,48; mientras que para la producción de grasa sin corregir fue 0,35 de índice de herencia y 0,37 de índice de constancia.

En el Cuadro 17 aparece el análisis de variancia jerárquico realizado con las producciones de leche y grasa ajustadas a edad adulta en todas las lactancias, usando los datos como desviaciones de las me dias de año.

Cuadro 17. Análisis de variancia de las producciones a edad adulta , en todas las lactancias, como desviaciones.

Fuentes de Variación	G.L.	Cuadrados Medios		Componentes de Variancia	
		Leche	Grasa	Leche	Grasa
Toros	49	12 788 275	17 482	358 599	636
Hijas/toros	256	7 225 239	8 235	2 128 905	2 019
Lactancias/ hijas	419	2 507 584	3 777	2 507 584	3 777

El índice de herencia estimado para la producción de leche a edad adulta en todas las lactancias fue 0,29 y el índice de constancia fue 0,46. El índice de herencia para la producción de grasa a edad adulta en todas las lactancias fue 0,40 y el índice de constancia fue 0,35. Estos mismos parámetros genéticos fueron estimados con datos originales, obteniéndose un índice de herencia para la producción de leche de 0,37 y un índice de constancia de 0,42; mientras que para la producción de grasa fue 0,50 de índice de herencia y 0,31 de índice de constancia.

En el Cuadro 18 aparece un resumen de los índices de herencia y de los de constancia para las producciones de leche y grasa sin corre gir y para las producciones de leche y grasa ajustadas a edad adulta,

estimados para todas las lactancias con datos originales y como desviaciones de las medias de año.

Cuadro 18. Indices de herencia y de constancia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias, con datos originales y como desviaciones.

Producciones	Datos originales		Desviaciones	
	I.H.	I.C.	I.H.	I.C.
Leche sin corregir	0,25	0,48	0,21	0,44
Grasa sin corregir	0,35	0,37	0,32	0,38
Leche a edad adulta	0,37	0,42	0,29	0,46
Grasa a edad adulta	0,50	0,31	0,40	0,35

Las estimaciones de índices de herencia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias calculados con datos originales difieren poco de las estimaciones hechas con datos como desviaciones. Esto parece indicar que al considerar todas las lactancias de un mismo animal para la estimación de estos índices, los efectos ambientales tienden a compensarse.

Comparando los resultados obtenidos con las producciones sin corregir y con las producciones ajustadas por edad, se observa que los parámetros genéticos estimados con producciones sin corregir son ligeramente menores a los estimados con las producciones a edad adulta. Esto puede estar ocasionado por las mismas características señaladas para las producciones en primera lactancia.

En general las estimaciones de índices de herencia y de constancia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias son similares a los señalados por Johansson (13), Branton et al. (4) y Touchberry (24).

Del análisis de parámetros genéticos se puede observar que los índices de herencia para la producción en primera lactancia tienen valores que permiten hacer selección de los animales en su primera lactancia con buena estimación genética, además los índices de constancia son relativamente altos, lo que nos indica una buena relación entre los registros consecutivos de producción. La utilización de registros de producción como desviaciones de los promedios de años para efectuar comparaciones entre los animales es deseable, por cuanto establece diferencias más reales entre los animales.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente estudio se evalúan las características de reproducción y producción de un hato Holstein en una zona de altura del trópico, utilizando los registros de la finca Agua Tibia, ubicada en San José Pinula, Guatemala, recopilados durante los años de 1960 a 1970. Se obtuvo 507 períodos de servicios de los registros de 156 vacas. Se recopiló la edad al primer parto de 218 vacas. Se recopilaron 749 registros de producción y 466 intervalos entre partos provenientes de 319 vacas.

Se obtuvo un promedio de 106 días de intervalo entre el parto y el primer servicio, con un rango de 60 a 150 días. El promedio de días entre el primer servicio y la concepción fue de 93 días, con un rango de 0 a 255 días en las novillas y de 0 a 210 días en las vacas. El número de servicios requeridos por concepción fue de 3,0 con una variación de 1 a 6 servicios. La edad promedio al primer parto fue de 27 meses, y su índice de herencia fue de 0,43. Se detectó efecto de años sobre los intervalos entre partos. El promedio general del intervalo entre partos fue 15,5 meses, con un máximo de 18,5 meses en el año 1963 y un mínimo de 13,9 meses en el año 1967. El índice de herencia estimado para el intervalo entre partos fue 0,02 y su índice de constancia fue 0,00.

Se detectó efecto de año sobre las producciones de leche y grasa por lactancia. El efecto de época fue solamente significativo sobre las producciones de leche y grasa ajustadas por edad. Los promedios generales de producción fueron: 4 505 kg de leche sin corregir, 151 kg

de grasa sin corregir, 5 277 kg de leche a edad adulta y 174 kg de grasa a edad adulta.

Se estimaron los índices de herencia para las producciones en primera lactancia, usando los registros como desviaciones de las medias de año. Obteniéndose: 0,26 para leche sin corregir, 0,39 para grasa sin corregir, 0,29 para leche a edad adulta y 0,58 para grasa a edad adulta. Las estimaciones hechas con datos originales dieron valores mayores, manifestando efectos confundidos.

Los índices de herencia para la producción de leche y grasa en todas las lactancias fueron: 0,21 para leche sin corregir, 0,32 para grasa sin corregir, 0,29 para leche a edad adulta y 0,40 para grasa a edad adulta, con índices de constancia de 0,44, 0,38, 0,46 y 0,35 respectivamente. Los índices estimados con datos originales fueron ligeramente superiores.

De los análisis realizados con los datos de reproducción y producción, se puede concluir lo siguiente:

1. El comportamiento reproductivo de este hato Holstein es deficiente.
2. El nivel de producción del hato en producción de leche y grasa es aceptable, aun cuando no se ha incrementado con los años.
3. Se puede desarrollar un programa de mejoramiento animal, seleccionando las hembras por su primera lactancia.
4. La utilización de los registros de producción como desviaciones de las medias de año es recomendable.

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

This study was made to evaluate some production and reproduction characteristics of a Holstein dairy herd in a tropical upland area. The data used were from the farm "Agua Tibia", situated in San José Pinula, Guatemala, and were accumulated during the years 1960 to 1970. The data included 507 service periods of 156 cows for reproductive traits, and 749 lactations of 319 cows.

The average interval from calving to first service was 106 days with a range from 60 to 150 days. The average interval from first service to conception was 93 days with a range of 0 to 255 days in heifers and 0 to 210 in cows. The services per conceptions averaged 3.0 with a range from 1 to 6. The data from 218 heifers indicated an average of 27 months age at first calving and the heritability for this trait was 0.43.

The analysis in respect to interval between calvings detected significant differences associated with years, but seasons were not significantly different. The overall average for interval between calvings was 15.5 months, but the yearly averages ranged from 18.5 months in 1963 to 13.9 months for cows calving in 1967. The heritability of this trait was estimated as 0.02 whereas repeatability was estimated as zero.

In respect to production of milk and butterfat significant differences due to years were noted and seasonal differences were detected only in the cases of productions adjusted for age. The general averages for production were: 4 505 Kg. for actual lactation

milk yield; 151 Kg. for actual butterfat yield; 5 277 Kg. for milk yield adjusted for age and 174 Kg. for butterfat yield adjusted to a mature age basis.

Heritability estimates were as follows for first lactation yields when expressed as deviations from the annual herd average: actual milk 0.26, actual butterfat 0.39, milk adjusted for age 0.29, and butterfat adjusted for age 0.58. The estimations of heritability using original data were higher, presumably as a result of confounding between sires and years.

The heritability estimates for milk and butterfat yields using all lactations were: actual milk 0.21, actual butterfat 0.32, milk adjusted for age 0.29, butterfat adjusted for age 0.40. The corresponding repeatability estimates were respectively, 0.44, 0.38, 0.46, and 0.35. These estimations correspond to data when expressed as deviations from the annual herd average. The estimates derived from original data are somewhat higher than those of the some characteristics derived from deviations.

In respect to the analysis of the reproduction and production in this Holstein herd, it is possible to conclude the following:

1. The reproductive performance of this herd is deficient.
2. The levels of production for milk and butterfat are acceptable although no apparent improvement was made over the years studied.
3. A program of genetic improvement on the basis of selecting first lactation animals is possible.
4. The utilization of production records expressed as deviations from the annual herd average is recommendable.

LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, R. L. y BANCROFT, T. A. Statistical theory in research. New York, McGraw-Hill, 1952. 399 p.
2. BECKER, W. A. Manual of procedures in quantitative genetics. Pullman, Washington, Washington State University, 1964. 70 p.
3. BODISCO, V. y MAZZARRI, G. Eficiencia reproductiva de las vacas Criollas y Pardo Suizas en el Centro de Investigaciones Agro-nómicas. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín no. 14. 1962. 24 p.
4. BRANTON, C., EVANS, D. L. y WATERS, N. H. Some genetic and environmental aspects of certain performance traits in a Louisiana Holstein herd. Journal of Dairy Science 44:1190. 1961.
5. BURNSIDE, E. B. y RENNIE, J. C. The heritability of milk yield at different levels of production and the effect of production differences on dairy sire appraisals. Journal of Dairy Science 44:1189. 1961.
6. CLAWSON, C. D., KING, W. A. y BIRD, W. P. Effect of length of previous "dry period", month of freshening, age, body weight and length of gestation on milk and fat yields of dairy cattle. Journal of Dairy Science 48:837. 1965.
7. COOPER, T. Analysis of sources of variation in calving intervals of dairy cattle. Thesis Ph.D. Lexington, Kentucky, University of Kentucky, 1966. 73 p. (mimeografiado).
8. DE ALBA, J. Reproducción y genética animal. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1964. 446 p.
9. EVANS, D. L., BRANTON, C. y FARTHING, B. R. Heritability estimates and interrelationships among production per day of productive life, longevity, breeding efficiency, type in a herd of Holstein cows. Journal of Dairy Science 47:699. 1964.
10. FREEMAN, A. E. Regression of offspring on parent using deviations from contemporary average. Journal of Dairy Science 47:700. 1964.

11. GAALAS, R. F. y PLOWMAN, R. D. Effectiveness of statistical adjustments for yearly fluctuations in production. *Journal of Dairy Science* 44:1188. 1961.
12. GACULA Jr., M. C., GAUNT, S. N. y DAMON Jr., R. A. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. I. Effect of herd, year, season and age of the cow. *Journal of Dairy Science* 51:428-437. 1968.
13. JOHANSSON, I. Genetic aspects of dairy cattle breeding. Urbana, Illinois, University of Illinois Press, 1961. 259 p.
14. LAMB, R. C. y KOPLAND, D. V. Influence of age at first calving and calving intervals on production per day of life and total lifetime production. *Journal of Dairy Science* 46:628. 1963.
15. LEGATES, J. E. Genetic variation in services per conception and calving intervals in dairy cattle. *Journal of Animal Science* 13:81-88. 1954.
16. LINDLEY, C. E. et al. A study of reproductive performance of a purebred Hereford herd. *Journal of Animal Science* 17:336-342. 1958.
17. McDANIEL, B. T. y LEGATES, J. E. Analysis of records expressed as deviations. *Journal of Dairy Science* 48:749. 1965.
18. \_\_\_\_\_ y MILLER, R. H. Adjustment of lactation records for age. In *National Technical Symposium and Workshop on Estimating Breeding Value of dairy sire and cows*, Washington, D.C., September 12-13, 1966. Technical Report. Beltsville, Maryland, USDA. 1966. 13 p.
19. MILLER, R. H., McDANIEL, B. T. y CORLEY, E. L. Variation in ratios factors for age-adjusting part-lactation records. *Journal of Dairy Science* 50:1819-1823. 1967.
20. PAEZ, G. Métodos de investigación en producción animal. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1964. 267 p.
21. PLUM, M. Effects of season of calving on first lactation milk and milk fat records of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 46:621. 1963.
22. POSTON, H. A., ULBERG, L. C. y LEGATES, J. E. Analysis of seasonal fluctuations of reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 45:1376-1369. 1962.

23. SALISBURY, G. W. y VANDEMARK, N. L. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bovinos. Traducido por el Dr. José Ma. Santiago Luque. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1964. 707 p.
24. TOUCHBERRY, R. W. Heritability of milk and milk fat yields and fat per cent at different level of milk yield. *Journal of Dairy Science* 46:620. 1963.
25. TUCKER, W. L. y LEGATES, J. E. Seasonal division of herd-mates in sire evaluation. *Journal of Dairy Science* 48:234-242. 1965.
26. VAN VLECK, L. D., HEIDHEUS, T. y HENDERSON, C. R. Analysis of deviations of dairy records from different contemporary averages. *Journal of Dairy Science* 44:269. 1961.
27. \_\_\_\_\_ y BRADFORD, G. E. Comparison of heritability estimates from daughter-dam regression and paternal half-sib correlation. *Journal of Dairy Science* 48:1372-1375. 1965.
28. WHITE, J. M. y NICHOLS, J. R. Relationships between first lactation, later performance and length of herd life in Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 48:468-474. 1965.