

FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE UN REBAÑO PARDO SUIZO EN EL TRÓPICO. 1. PRODUCCIÓN DE LECHE

Genetic and Environmental Factors Affecting Productive Performance in a Brown Swiss Herd in the Tropic. 1. Milk Production

Gilberto Antonio Pérez Quintero y Manuel Guillermo Gómez Gil

Decanato de Ciencias Veterinarias, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado 400.

E-mail: gilbertoperez@ucla.edu.ve, manuelgomez@ucla.edu.ve

RESUMEN

Con el objeto de evaluar los efectos genéticos y ambientales sobre la producción de leche ajustada a 305 días en un rebaño Pardo Suizo, se obtuvieron datos de 1890 lactancias de 589 vacas de un hato manejado intensivamente ubicado en el Estado Carabobo (Venezuela) entre los años 1993 y 2001. Se realizaron análisis con modelos mixtos a través de la metodología de máxima verosimilitud para evaluar los efectos fijos ambientales. Los modelos incluyeron: año de parto (ANOP: 1995,..., 2001), mes de parto (MESP: Ene.,..., Dic.), número de lactancia (LACN: 1,..., 7 ó más) y edad de la vaca al parto en meses (EPM). Se usó un modelo animal univariado a través del conjunto de programas MTDFREML para estimar el índice de herencia (h^2) y la proporción de la varianza fenotípica total debida al ambiente permanente de la vaca (c^2). ANOP, LACN y EPM tuvieron efecto significativo sobre la variable estudiada ($P < 0,05$). El promedio ajustado de producción de leche a 305d fue de $3953 \pm 32,9$ kg. Los valores estimados de h^2 (\pm error estándar) y de coeficiente de repetición fueron $0,13 \pm 0,084$ y $0,42$ respectivamente.

Palabras clave: Producción de leche, pardo Suizo, parámetros genéticos.

ABSTRACT

In order to evaluate genetic and environmental effects on 305-day milk yield in a Brown Swiss herd, data of 1890 lactations from 589 cows were collected on an intensive handling ranch located at Carabobo state (Venezuela) between 1993 and 2001.

Analyses implemented with mixed models and maximum likelihood (ML) were used to evaluate environmental fixed effects. Mixed models included: calving year (CY: 1995,..., 2001), calving month (CM: Ene.,..., Dic.), lactation number (LN: 1,...,7 or more) and age of dam at calving (DCA). Univariate animal model and Restricted Maximum Likelihood (REML) were used to estimate heritability (h^2) and cow's permanent environmental variance proportion of total variance (c^2). CY, LN and DCA were important sources of variation ($P < 0.05$). Adjusted mean was 3953 ± 32.9 kg. Estimates of h^2 (\pm standard error) and repeatability were 0.13 ± 0.084 and 0.42 , respectively.

Key words: Milk yield, brown swiss, genetic parameters.

INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera en los países tropicales está afectada por limitantes ambientales y tecnológicas que afectan el comportamiento productivo de los rebaños. De esta manera, su producción está caracterizada por bajos niveles de rentabilidad, especialmente cuando se pretende producir leche con vacas de razas puras de origen europeo, cuyos problemas de adaptabilidad y sobrevivencia se manifiestan en el agresivo clima tropical [22, 28, 39, 41, 42, 43]. Venezuela, como país tropical, no escapa a esta realidad y para el año 2001 produjo alrededor de 35,5 millones de litros de leche, necesiándose importar alrededor de 54,5 millones de litros (alrededor del 61%) para cubrir el ya deficiente consumo [32].

La evaluación de poblaciones bovinas tropicales es fundamental para identificar y cuantificar los factores que limitan un desempeño adecuado, y establecer así técnicas orientadas a la obtención de unidades de producción lechera más eficientes.

Los objetivos de este estudio fueron determinar el efecto de los factores genéticos y no genéticos que influyen en la variación de la producción de leche ajustada a 305 días y estimar el índice de herencia y el coeficiente de repetición para dicha característica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó utilizando la información de los registros de eventos productivos de vacas lecheras Pardo Suizo de un rebaño comercial ubicado en el municipio Miranda del estado Carabobo, Venezuela.

Descripción de la finca

El rebaño está ubicado en la zona de vida bosque húmedo montano bajo [21]. Datos recolectados en la propia unidad de producción entre los años 1993 y 2001 indican oscilaciones anuales de temperaturas entre 18 y 24°C y de precipitaciones entre 500 y 1000 mm, distribuidas en forma unimodal entre los meses de mayo a noviembre, con un pico de precipitación durante los meses de julio y agosto.

Descripción del rebaño

La unidad de producción mantuvo, durante los años correspondientes a los registros a usar en este estudio, un rebaño promedio anual compuesto de 500 a 600 vacas de la raza Pardo Suizo. El manejo fue intensivo con estabulación completa. La alimentación fue a base de pastos frescos *ad libitum* tales como: Estrella (*Cynodon nlenfuensis*), Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum), Tanzania (*Panicum maximum* Jacq.) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). La dieta forrajera se complementó con el suministro de 15 a 25 kg/ani-

mal por animal de ensilaje de sorgo (*Sorghum durra*) y maíz (*Zea maiz*) durante la época seca. Adicionalmente se les suministró un suplemento de aproximadamente 7 kg/animal de alimento concentrado comercial y sales minerales *ad libitum*.

Las patologías más frecuentes encontradas en el rebaño se refirieron a problemas podales y reproductivos, los cuales constituyeron alrededor del 60% de las causas de salida. Los datos de lactancias de vacas que presentaron tales patologías no fueron utilizadas en este estudio.

Pesajes de leche mensuales se realizaron a cada vaca, tanto en el ordeño de la mañana como en el de la tarde. La sumatoria de ambos pesajes (mañana y tarde) constituyó el valor de pesaje mensual de cada vaca ingresado a la base de datos de la finca.

Descripción de los datos

Los datos utilizados en este estudio fueron obtenidos de la base de datos de la unidad de producción usando el programa DairyCHAMP versión 3,0. Con estos registros se generó un archivo con la información de las vacas referente a las producciones de leche ajustadas a 305 días de cada lactancia. La TABLA I muestra una descripción de las observaciones utilizadas.

Fuente de los datos

Para analizar la variable producción de leche ajustada a 305 días se utilizaron los datos de todas aquellas vacas que ya habían culminado su última lactancia (hasta la fecha en que se tomaron los datos) o que, aún no habiendo terminado ésta, ya habían sobrepasado los 305 días en producción. Se eliminaron las lactancias de vacas cuyos padres tenían menos de 3 hijas en el rebaño.

TABLE I
NÚMERO DE REGISTROS UTILIZADOS

Año de Parto	N	Mes de Parto	N	Num Lac	N
1995 ^a	239	Ene	158	1	505
1996	181	Feb	149	2	411
1997	200	Mar	145	3	294
1998	257	Abr	104	4	236
1999	295	May	129	5	181
2000	443	Jun	122	6	129
2001	275	Jul	132	7 ó más	134
—	—	Ago	107	—	—
—	—	Sept	134	—	—
—	—	Oct	203	—	—
—	—	Nov	265	—	—
—	—	Dic	242	—	—
Total	1890		1890		1890

^a Se agruparon los datos de los años 93, 94 y 95.

Procedimientos estadísticos

Para el ajuste de las lactancias que sobrepasaron los 305 días de producción se usó la metodología descrita por Vaccaro [44]. Las lactancias que duraron menos de 305 días no fueron extendidas matemáticamente [44] y se ajustaron a la fecha de secado. En este caso se sumó a la producción acumulada, los kilogramos de leche producida el día del último pesaje multiplicados por el número de días entre la fecha del último pesaje y la fecha de secado.

Los registros correspondientes a los años de parto 1993, 1994 y 1995 fueron recodificados como un solo grupo (partos hasta el año 1995) debido al bajo número de observaciones. Igualmente, fueron recodificados como un solo grupo los registros correspondientes a siete o más lactancias debido a la misma causa.

La data se analizó mediante el uso de modelos mixtos, a través de la metodología de máxima verosimilitud (Proc Mixed) del paquete estadístico SAS [27]. El modelo estadístico incluyó como efectos fijos a las variables año de parto, mes de parto y edad al parto de la vaca. En tanto que el padre de la vaca y residual se consideraron efectos aleatorios. En el modelo inicial se incluyeron todas las interacciones de primer grado y la covariable "edad al parto de la vaca en meses" (como regresiones lineal y cuadrática de la variable dependiente sobre dicha covariable). Secuencialmente se excluyeron del modelo todas las interacciones y covariables no significativas ($P > 0,05$) y cuyo valor de "F" fue menor a la unidad. Los modelos estadísticos finales I y II se describen a continuación:

Modelo I: $Y_{ijklm} = \mu + a_i + m_j + t_k + \beta_1 P_{ijkl} + \beta_2 P_{ijkl}^2 + e_{ijklm}$

donde:

Y_{ijklm} = producción de leche por lactancia ajustada a 305 días de la vaca "m" cuyo parto ocurrió en el año "a_i" y en el mes "m_j", hija del toro "t_k" y a la edad "p_{ijkl}".

μ = media teórica de la población.

a_i = efecto de año de parto "i" (i = 95, 96, ..., 2001).

m_j = efecto de mes de parto "j" (j = Ene, Feb, ..., Dic).

t_k = efecto del padre "k" de la vaca "m" (k = 1, 2, ..., 85).

β_1 y β_2 = regresiones de y_{ijklm} sobre la edad al parto p_{ijkl} lineal y cuadrática, respectivamente.

P_{ijkl} = edad de la vaca al parto como covariable, expresada como desviación del promedio.

e_{ijklm} = residual, con media cero y varianza σ^2 .

En análisis adicionales realizados se substituyó el efecto de edad de la vaca al parto por el efecto de número de lactancia (con niveles de 1 a 7 ó más).

Modelo II: Para estimar los parámetros genéticos (índice de herencia y coeficiente de repetición) se utilizó un modelo

animal univariado a través del conjunto de programas MTDFREML (Multiple Trait Derivate – Free Restricted Maximum Likelihood) descrito por Boldman y col. [10].

En los análisis se incluyeron los efectos fijos resultantes de los análisis con SAS [27] en el modelo I.

El modelo utilizado fue: $y = X\beta + Za + Wp + e$

Donde:

y = vector de observaciones (producción de leche ajustada a 305 días).

X, Z, W = matrices de incidencia conocida.

β = vector de efectos fijos.

a = vector de efectos aleatorios genéticos aditivos.

p = vector de efectos aleatorios del ambiente permanente de la vaca.

e = vector de efectos aleatorios residuales.

El coeficiente de repetición de cualquier carácter se define como la proporción de la variación fenotípica que se debe a la variación genética y a la variación debida al ambiente permanente. Así, este coeficiente se calculó utilizando la fórmula:

$$r_i = (\sigma_g^2 + \sigma_{ap}^2) / \sigma_F^2$$

Donde:

r_i = coeficiente de repetición.

σ_g^2 = variancia genética aditiva.

σ_{ap}^2 = variancia ambiental permanente.

σ_F^2 = variancia fenotípica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Media fenotípica y factores no genéticos

La media corregida y el error estándar obtenidos para la producción de leche ajustada en 305 días fue de $39,53 \pm 32,9$ kg. La TABLA II resume los valores de "F" del análisis de varianza realizado a la variable estudiada.

La media de producción de leche ajustada a 305 días es ligeramente superior a la reportada en otros estudios en Venezuela [7, 9, 51], Costa Rica [50] y Estados Unidos [11]. Tales discrepancias se asocian normalmente a variaciones ambientales como nivel de manejo, factores climáticos y nutrición [2, 8].

El año de parto tuvo un efecto altamente significativo ($P < 0,01$) sobre la producción de leche. Tradicionalmente el efecto año de parto sobre la producción lechera ha sido reportado [13, 14, 17, 37, 45, 46, 52]. Variaciones en la producción

TABLA II
ANÁLISIS DE VARIANCIA

Fuente de Variación	GL ^a	Valor de F
Año de parto	6	22,54**
Mes de parto	11	1,28 ^{ns}
Número de Lactancia	6	8,45**
Edad al parto (lineal)	1	50,83**
Edad al parto (cuadrática)	1	39,53**
Cuadrado medio del residual		880626
GL del residual		1063

^aGrados de libertad; ns = no significativo; * = significativo (P<0,05); ** = altamente significativo (P<0,01).

lechera debidas al efecto año de parto normalmente son asociadas a variaciones ambientales y de manejo de un año a otro. En este caso, para los años 1997, 1998, 2000 y 2001 hubo disminución en la cantidad de concentrado suministrado en la dieta (FIG. 1).

En concordancia con estudios previos [7, 13, 37, 38, 46, 50, 52], el mes de parto no influenció (P>0,05) la producción lechera en este estudio. Esto podría atribuirse al mantenimiento de las vacas bajo estabulación completa, lo cual se traduce en pocas variaciones mensuales en cuanto a calidad y cantidad del alimento suministrado.

El número de lactancia tuvo un efecto altamente significativo (P<0,01) sobre la producción de leche, en concordancia con reportes previos [12, 13, 34, 35, 38]. La producción de leche se incrementó hasta la tercera lactancia, cuando se obtuvo la mayor producción. Luego, la producción disminuyó gradualmente, haciéndose más pronunciada dicha disminución a partir de la séptima lactancia (FIG. 2). El incremento en la producción lechera con el número de lactancia se explica por el mayor desarrollo tanto corporal como del tejido secretor de la glándula mamaria con el tiempo. La capacidad de producción lechera de vacas de primera lactancia, por el contrario, debido a su poco desarrollo corporal se refleja en un menor promedio de producción de leche [1, 24, 29].

Se observaron efectos (P<0,01) lineal y cuadrático de la edad al parto en meses sobre la producción de leche ajustada. En concordancia con reportes previos [13, 35], la producción de leche aumentó gradualmente con la edad hasta un nivel máximo alcanzado a los 82 meses (6,8 años), decreciendo luego paulatinamente (FIG. 3).

Componentes de varianza y parámetros genéticos

La TABLA III muestra un resumen de los componentes de varianza y los estimados de índice de herencia y coeficiente de repetición para la variable estudiada. El índice de herencia estimado para producción de leche por lactancia ajustada a 305 días fue 0,13 ± 0,084.

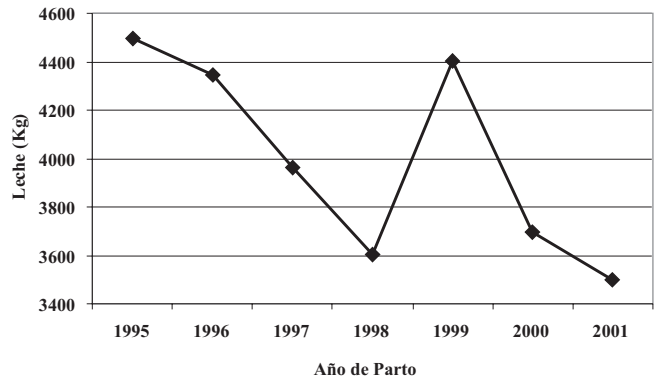


FIGURA 1. PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 305 DÍAS SEGÚN AÑO DE PARTO.

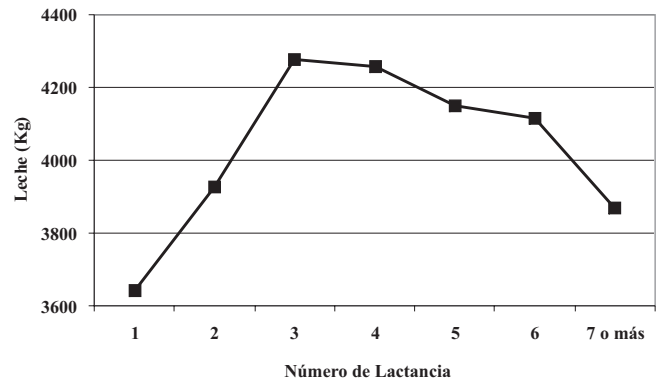


FIGURA 2. PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 305 DÍAS SEGÚN NÚMERO DE LACTANCIA.

El estimado de índice de herencia para producción de leche es inferior al reportado en la mayoría de los estudios realizados tanto en climas templados [2, 3, 16, 20, 23, 25, 26, 31, 33, 36, 40, 49] como en climas tropicales y subtropicales [4, 5, 15, 19, 30, 34, 47, 50, 52]. Sin embargo, resultados similares han sido obtenidos en algunos estudios realizados en rebaños Siboney cubano [35], Holstein en California [6] y Brasil [5, 18] y ganado Carora en Venezuela [48].

El coeficiente de repetición estimado para producción de leche por lactancia ajustada a 305 días fue 0,42, lo cual coincide con lo obtenido por otros autores en clima tropical [15, 19, 50].

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estimado de índice de herencia obtenido para producción de leche por lactancia indica que sólo una pequeña parte de la variación fenotípica de éste carácter se debe a efectos genéticos aditivos. Por ello, se espera una lenta respuesta fenotípica por unidad de tiempo si este carácter es incluido dentro de un programa de selección.

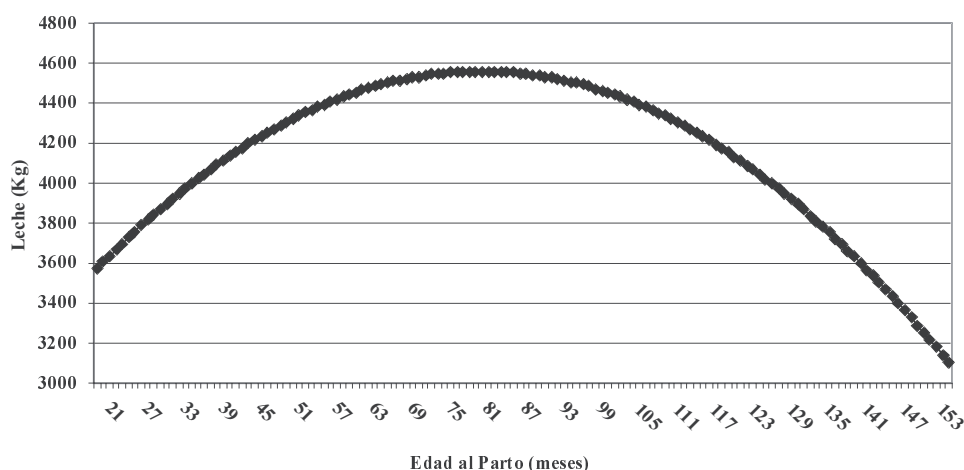


FIGURA 3. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE AJUSTADA A 305 DÍAS Y EDAD AL PARTO.

TABLA III
COMPONENTES DE VARIANZA Y ESTIMADOS DE PARÁMETROS GENÉTICOS

	σ^2_g	σ^2_{ap}	$\sigma^2_{a^*}$	σ^2_f	h^2	r_i
Producción de leche	126360	279684	558230	964270	0,13 ± 0,084	0.42

* Varianza ambiental temporal.

El coeficiente de repetición estimado para producción de leche indica una alta correlación positiva entre registros sucesivos del mismo animal. En ese sentido, es posible la toma de decisiones relacionadas con la eliminación de vacas luego de la obtención de sus primeros registros de producción de leche ajustada a 305 días, sin necesidad de esperar registros siguientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAIS, C. Ciencia de la leche. Editorial Reverté, S.A. España. 873 pp. 1985.
- [2] ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL (ALPA). Normas de evaluación genética de bovinos de carne, leche y doble propósito en el trópico latinoamericano. Memoria 23: suplemento 1. México. 56 pp. 1988.
- [3] BAGNATO, A.; OLTENACU, P. A. Genetic study of fertility traits and production in different parities in Italian Friesian cattle. *J. Anim. Breed. and Gen.* 110:126-134. 1993.
- [4] BARBOSA, M. V.; GARCÍA, J. A.; MARTÍNEZ, M.; SILVA, C.; STERMAN, J. B.; MACHADO, H. C. Associação genética, fenotípica e de ambiente entre medidas de eficiência reprodutiva e produção de leite na raça holandesa. *Rev. Brasil. de Zoot.* 6:1115-1122. 1998.
- [5] BARBOSA, G. B.; DÓRENLES, H. Parâmetros genéticos para características produtivas em bovinos da raça holandesa no Estado de Goiás. *Rev. Brasil. de Zoot.* 2:421-426. 2000.
- [6] BERGER, P. J.; SHANK, R. D.; FEEMAN, A. E.; LABEN, R. C. Genetic aspects of milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 64:114-122. 1981.
- [7] BODISCO, V.; CEVALLOS, E.; RINCÓN, E.; MAZZARI, G.; FUENMAYOR, C. Efecto de algunos factores ambientales y fisiológicos sobre la producción de leche de vacas Holstein y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. *Agron. Trop.* 21(6):549-563. 1971.
- [8] BODISCO, V.; RODRÍGUEZ, A. Ganado de doble propósito y su mejoramiento genético en el trópico. E – L Editores. Venezuela. 327pp. 1985.
- [9] BODISCO, V.; VERDE, O.; WILCOX, C. J. Producción y reproducción de un lote de ganado Pardo Suizo. *ALPA Memorias* 6: 81 – 95. 1971.
- [10] BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D. A Manual Use of MTDFREML. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances (Draft). **U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.** 114 pp. 1995.
- [11] BRANDT, G.; BRANNON, C.; JOHNSTON, W. Production of milk and milk constituents by Brown Swiss, Holstein and their crossbreds. *J. Dairy Sci.* 57(11):1388-1393. 1974.
- [12] BRÍÑEZ, W.; FARÍA, J.; ISEA, W.; ARANGUREN, J.; VALBUENA, E. Efectos del mestizaje, etapa de lactación y número de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de calidad en leche. *Rev. Cientif. FCV – LUZ* 6(1):59-66. 1996.

- [13] COLINA, J.; VERDE, O.; HAHN, M.; BARRIOS, D. Comportamiento productivo de un rebaño holstein puro bajo condiciones tropicales. **Rev. Fac. Cs. Vets. UCV.** 41(1-3):25-32. 2000.
- [14] CONTRERAS, G.; ZAMBRANO, S.; PIRELA, M.; ABREU, O.; CAÑAS, H. Factores que afectan la producción de leche en vacas mestizas Criollo Limonero x Holstein. **Rev. Cientif. FCV – LUZ** 12(1):15-18. 2002.
- [15] DE ALMEIDA, R.; VIEIRA, C.; NAPOLIS, C.; GARCIA, J. A.; DE ALMEIDA, R.; SILVA, C. Ajustamento da produção de leite para os efeitos simultâneos de ordem, idade e estação de parto. **Rev. Brasil. de Zoot.** 8:2253-2259. 2000.
- [16] DECHOW, C. D.; ROGERS, G. W.; CLAY, J. S. Heritabilities and correlations among body condition scores, production traits and reproductive performance. **J. Dairy Sci.** 84:266-275. 2001.
- [17] DJEMALI, M.; BERGER, P. Yield and reproduction characteristics of Friesian Cattle under north african conditions. **J. Dairy Sci.** 75:3568-3575. 1992.
- [18] FERREIRA, A.; CORDEIRO, M.; VALENTE, J.; MILAGRES, N.; MARTINEZ, M. L.; MAGALHAES, M. N. Parâmetros genéticos para produções de leite e gordura nas três primeiras lactações de vacas holandesas. **Rev. Brasil. de Zoot.** 3:709-713. 2001.
- [19] GÓMEZ, H.; TEWOLDE, A. Parámetros genéticos para producción de leche, evaluación de sementales y caracterización de fincas lecheras en el trópico húmedo de Costa Rica. **Archiv. Latinoam. de Prod. Anim.** 7 (1):19-37. 1999.
- [20] GUO, Z.; LUND, M. S.; MADSEN, P.; KORSGAAD, I.; JENSEN, J. Genetic parameters estimation for milk yield over multiple parities and various lengths of lactation in Danish Jerseys by random regression models. **J. Dairy Sci.** 85:1596-1606. 2002.
- [21] HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica. IICA. 216p. 1987.
- [22] HOLMANN, F. Evaluación Económica de Sistemas de Producción de Leche en el Trópico. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 6 (1) Supl. 1: 19-31. 1998.
- [23] JACOBSEN, J. H.; MADSEN, P.; JENSEN, J.; PEDERSEN, J.; CHRISTENSEN, L. G.; SORENSEN, D. A. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holsteins estimated in random regression models using REML. **J. Dairy Sci.** 85:1607-1616. 2002.
- [24] JUDKINS, H.; KENNER, H. La leche, su producción y procesos industriales. Compañía Editorial Continental, S.A. (C.E.C.S.A.). México, D. F. 477 pp. 1962.
- [25] KADARMIDEEN, H. N.; THOMPSON, R.; SIMM, G. Linear and threshold model genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle. **Anim. Sci.** 71:411-419. 2000.
- [26] KETTUNEN, A.; MANTYSAARI, E. A.; POSO, J. Estimation of genetic parameters for daily milk yield of primiparous Ayrshire cows by regresión test – day models. **Livest. Prod. Sci.** 66:252-261. 2000.
- [27] LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. SAS system for mixed models. **SAS Series in Statistical Applications**, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 363 pp. 1996.
- [28] MAGAÑA – MONFORTE, J.; DELGADO, R. Algunas Observaciones sobre el Comportamiento Reproductivo de Vacas Pardo Suizo en el Trópico Sub-húmedo de México. **Rev. Biomed.** 9:158-166. 1998.
- [29] MEPHAM, T. B. Physiology of lactation. Open University Press. U.S.A., Philadelphia. 207 pp. 1987.
- [30] NOGARA, P. R.; DA SILVA, R.; MARTINEZ, M. L.; VALENTE, J.; GADINI, C. H. Interação genótipo – ambiente para a produção de leite em rebanhos da raça holandesa no Brasil. 2. Uso de um modelo animal. **Rev. Brasil. de Zoot.** 7:2030-2035. 2000.
- [31] OLORI, V. E.; MEUWISSEN, T. H. E.; VEERKAMP, R. F. Calving interval and survival breeding values as measure of cows fertility in a pasture – based production system with seasonal calving. **J. Dairy Sci.** 85:689-696. 2002.
- [32] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Base de datos estadística (faostat). <http://faostat.fao.org/faostat>. Venezuela. Revisado el 08/03/2004. 2003.
- [33] REKAYA, R.; CARABAÑO, M. J.; TORO, M. A.. Bayesian analysis of lactation curves of Holstein – Friesian cattle using a nonlinear model. **J. Dairy Sci.** 83:2691-2701. 2000.
- [34] RIBAS, M.; GUTIERREZ, M.; EVORA, J. C.; GARCÍA, R. Efectos ambientales y genéticos en la producción de vacas mestizas de Siboney de Cuba. **Rev. Cub. de Cien. Agric.** 33:135-140. 1999.
- [35] RIBAS, M.; GUTIERREZ, M.; EVORA, J. C.; GARCÍA, R. Factores ambientales y parámetros genéticos que afectan la producción de leche en el Siboney de Cuba. **Rev. Cub. de Cien. Agric.** 33:245-251. 1999.
- [36] ROYAL, M. D.; FLINT, A. P. F.; WOOLLIAMS, J. A. Genetic and phenotypic relationships among endocrine and traditional fertility traits and production traits in Holstein – Friesian dairy cows. **J. Dairy Sci.** 85:958-967. 2002.

- [37] SANTORO, R.; GOMES, A.; COELHO, M.; PEREIRA, A.; MACHADO, H.; PACKER, I. Fatores de meio e genéticos em características produtivas e reprodutivas nas raças Holandesa e Pardo Suíça. I – Estudo de características produtivas. **Rev. Brasil. de Zoot.** 4:605. 1992.
- [38] SILVA, G.; VERDE, O. Producción de vacas lecheras en la zona alta de Venezuela. **Rev. Zoot. Trop.** 1:31-40. 1985.
- [39] SILVA, H. M.; WILCOX, C. J.; THATCHER, W. W.; BECKER, R. B.; MORSE, D. Factors Affecting Days Open, Gestation Length and Calving Interval in Florida Dairy Cattle. **J. Dairy Sci.** 75(1): 288-293. 1992.
- [40] STRABEL, T.; MISZTAL, I. Genetic parameters for first and second lactation milk yields of polish black and white cattle with random regression test – day models. **J. Dairy Sci.** 82:2805-2810. 1999.
- [41] VACCARO, L. Some Aspects of the Performance of Purebred and Crossbred Dairy Cattle in the Tropics. Part 1. Reproductive Efficiency in Females. **Anim. Breed. Abstracts** 41(12): 571-591. 1973.
- [42] VACCARO, L. Some Aspects of the Performance of Purebred and Crossbred Dairy Cattle in the Tropics. Part 2. Mortality and Culling Rates. **Anim. Breed. Abstracts** 42(3): 93-103. 1974.
- [43] VACCARO, L. Survival of European Dairy Breeds and Their Crosses with Zebus in the Tropics. **Anim. Breed. Abstracts** 58(6): 475-494. 1990.
- [44] VACCARO, L. Un Programa genético simple para rebaños de doble propósito. **III Cursillo sobre Bovinos de Carne.** Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias Maracay, 22 y 23 de octubre. Venezuela. 25 – 46. 1987.
- [45] VACCARO, R.; D'ENJOY, G.; SABATÉ, C. Producción de leche, duración de la lactancia, edad al primer parto y peso al nacer de hembras de distintos cruces Holstein x Brahman y Carora. **Rev. Fac. Cs. Vets. UCV** 43(2):127-141. 2002.
- [46] VALLE, A. Duración de la gestación, producción de leche e intervalo entre partos de vacas holstein de distintas procedencias. **Zoot. Trop.** 13(2):199-214. 1995.
- [47] VALLE, A.; DE MOURA, F. Comportamiento productivo y estimación de parámetros genéticos de la raza holstein en un clima tropical húmedo de Brasil. **Agron. Trop.** 28(3):177-193. 1978.
- [48] VALLE, A.; DE MOURA, F. Herencia de los principales parámetros productivos y reproductivos en vacas mestizas (5/8 Pardo Suizo – 3/8 Criollo) Tipo Carora. **Zoot. Trop.** 4:49-65. 1986.
- [49] VAN TASSEL, C.P.; WIGGANS, G.R.; NORMAN, H.D. Method R estimates of heritability for milk, fat and protein yields of United States dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 82:2231-2237. 1999.
- [50] VARGAS L.B.; SOLANO PATIÑO, C. Tendencias genéticas y ambientales en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica. **Arch. Latinoam. de Prod. Anim.** 3(2):165-176. 1995.
- [51] VERDE, O.; RODRÍGUEZ, A.; BERBÍN, W.; RODRÍGUEZ, M.; SANDOVAL, E.; MARQUEZ, O.; URBANO, D.; DÁVILA, C.; MORENO, P.; VILLALOBOS, J.; PEREIRA, S.; ARIAS, T. Aspectos productivos y reproductivos de rebaños doble propósito en diferentes regiones agroecológicas de Venezuela. **XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal** (Memorias). Valera, 22 al 26 de Octubre. ULA – Trujillo. 2002.
- [52] ZAMBIANCHI, A.R.; RAMALHO, M.A.; SILVA, C. Efeitos genéticos e de ambiente sobre produção de leite e intervalo de partos em rebanhos leiteiros monitorados por sistema de informação. **Rev. Brasil. de Zoot.** 1263-1267. 1999.