

# USO DA METODOLOGIA DE MODELOS MISTOS NA ESTIMACAO DE FATORES AMBIENTES E PARAMETROS GENETICOS EM CARACTERISTICAS PRODUTIVAS DA RAÇA CARACU

C. R. Quirino, J. C. C. Pereira, J. A. G. Bergmann e C. S. Pereira

Escola de Veterinária Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

---

## RESUMO

Foram estudados os efeitos de meio e parâmetros genéticos de características produtivas de fêmeas da raça Caracu. Os dados, referentes a registros de produção de leite de fêmeas, paridas no período 1983 a 1990, foram analisados segundo o método dos quadrados mínimos para dados com frequências desiguais nas subclasses. As características produtivas analisadas foram: produção de leite por lactação (PTL), produção de leite na primeira lactação (PLP) e produção de leite por dia de primeiro intervalo de partos (PLIEP). O número de observações, as médias de quadrados mínimos e respectivos erros-padrão, das características analisadas foram: (2 792)  $1\ 545.7 \pm 34.0$  kg para PTL; (1 323)  $1\ 356.8 \pm 30.3$  kg para PLP e (729)  $3.5 \pm 0.10$  kg para PLIEP. Os efeitos fixos da estação e ano de parto e sexo da cria foram significativos ( $P < 0.01$ ) para todas as características estudadas. As estimativas de herdabilidades e respectivos erro-padrão, obtidas pelo Método de Máxima Verossimilhança Restritiva Livre de Derivadas (DFREML), foram: PLT,  $0.34 \pm 0.08$ ; PLP,  $0.55 \pm 0.08$  e PLIEP,  $0.22 \pm 0.11$ . A repetibilidade da produção total de leite foi  $0.42 \pm 0.01$ .

**PALABRAS-CHAVE:** Caracu, Produção de leite, Efeitos de meio, Parâmetros genéticos

## ABSTRACT

### Use of mixed-model methodology to estimate genetic and environmental parameters for production traits in Caracu cattle

The objectives of this study were to evaluate environmental effects and to estimate genetic parameters of productive traits of Caracu cows. The data consisted of milk production records of cows calving between 1983 and 1990. The production traits were: milk yield per lactation (PTL), first lactation milk yield (PLP), and daily milk yield during the first interval between calvings (PLIEP). The number of observations, least-squares means and standard error for traits analysed were: (2 792)  $1\ 545.7 \pm 34.0$  kg for PTL; (1 323)  $1\ 356.8 \pm 30.3$  kg for PLP, and (729)  $3.5 \pm 0.10$  kg for PLIEP. The fixed effects of month and year of calving and sex of calf were significantly ( $P < 0.01$ ) for productive traits. Heritability estimates, obtained by Derivative Free Restricted Maximum

Likelihood (DFREML), were PLT,  $0.34 \pm 0.08$ ; PLP,  $0.55 \pm 0.08$ ; and PLIEP,  $0.22 \pm 0.11$ . Estimate of repeatability for milk yield was  $0.42 \pm 0.01$ .

**KEYWORDS:** Caracu, Milk production, Environmental effects, Genetic parameters

### Introdução

A produção de leite é considerada, sobre o ponto de vista do produtor, a mais importante característica econômica para a avaliação produtiva dos rebanhos leiteiros e pode ser afetada por diversos fatores fisiológicos e ambientais como idade da vaca ao parto, sexo da cria, estação e ano de parto. A influência da estação e ano de parto na produção de leite é consequência direta de mudanças de clima e, indiretamente, da disponibilidade e qualidade das pastagens. Algumas pesquisas constataram efeito significativo da estação de parto sobre a produção de leite (Bodisco *et al.*, 1966; Pereira, 1993). Em geral, a literatura é escassa no que se refere a pesquisas relacionadas com a produção de leite nas raças nativas.

O conhecimento dos parâmetros genéticos é o passo inicial na definição de programas de seleção a serem implementados dentro do rebanho. As estimativas dos componentes de variância e covariância e os resultantes parâmetros genéticos têm sido obtidos por diferentes métodos. Nos últimos anos, estes métodos têm evoluído a medida que novas técnicas computacionais têm sido desenvolvidas. O método III de Henderson (1953) foi um dos mais aplicados na estimação dos componentes de variância. Seguiram-se outros métodos, entre eles a Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivadas aperfeiçoado por Meyer (1993).

As estimativas de herdabilidade para produção de leite, em raças nativas da América Latina são escassas e com valores até dispares, variando de 0.16 a 0.52 (Magofke *et al.*, 1966; Alvarez *et al.*, 1978). Entretanto, a maioria desses trabalhos utilizou metodologias de análise pouco precisas. É necessário, portanto, que estes parâmetros sejam estimados de forma mais acurada e confiável para melhor utilização em programas de melhoramento de raças nativas.

O objetivo do presente estudo foi o de quantificar o efeito de alguns fatores de meio e estimar a herdabilidade de características relacionadas à produção de leite, utilizando-se a metodologia DFREML.

### Material e Métodos

Para o presente estudo foram utilizadas as anotações de fichas individuais das fêmeas da raça Caracu da Fazenda Recreio, situada no Município de Poços de Caldas, Estado de Minas Gerais, Brasil. A região apresenta precipitação média anual de 1 564.6 mm e temperatura média anual de 20.9°C, sendo freqüente a ocorrência de geadas nos meses de junho e julho. A umidade relativa média do ar é de 80.3%, como estação seca característica no outono e inverno.

A alimentação das vacas era constituída de pastagens melhoradas como guiné (*Panicum maximum*, Jacq),

capim gordura (*Melinis minutiflora*) e *Glycine wightii*.

As vacas em lactação recebem dois quilos diários de concentrado (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo e rolão). Os animais são mineralizados ao longo de todo o ano e recebem suplementação alimentar durante a estação de seca (maio a agosto).

O controle sanitário é feito regularmente no rebanho e inclui vacinações regulares contra aftosa, brucelose e carbúnculo sintomático. São realizados controles regulares contra ecto e endoparasitos. A ordenha das vacas é manual e realizada uma vez ao dia com bezerros sendo mantidos 'a pé da vaca'. No manejo reprodutivo, utiliza-se estação de monta que vai de meados do mês de abril até meados do mês de fevereiro do ano seguinte. As novilhas entram em reprodução aos dois anos de idade ou ao atingirem peso vivo médio de 300 kg.

O conjunto dos meses do ano foi dividido em quatro estações: verão (dezembro a fevereiro), outono (março a maio), inverno (junho a agosto) e primavera (setembro a novembro). A divisão dos meses em estações foi indicada pelas diferenças em pluviosidade, temperatura e qualidade das forragens disponíveis.

Foram analisados 2 792 registros totales de produção de leite na lactação (PTL) e 1 323 registros de produção de leite na primeira lactação (PLP) no período compreendido entre os anos 1983 a 1990, e 729 registros de produção de leite por dia de primeiro intervalo de partos (PLIEP), no período compreendido entre os anos 1983 a 1988.

Os conjuntos de dados foram analisados pelo método dos quadrados

mínimos através do programa computacional SAS (1990).

Foi realizado um estudo inicial das variáveis incluindo efeitos fixos e aleatórios, e as interações duplas entre os efeitos principais. Devido a que as interações não apresentaram diferenças significativas, as mesmas não foram, portanto, incluídas nos modelos finais.

O modelo final considerou o efeito das variáveis independentes: estação de parto, ano de parto e sexo da cria, todas usadas como efeitos fixos, e reprodutor e vaca dentro de reprodutor como efeitos aleatórios. Os dados foram corrigidos, previamente, pela idade da vaca ao parto.

O modelo utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + V:R_{ij} + E_j + A_k + S_l + e_{ijklm}$$

Onde:

- $Y_{ijklm}$  = variável dependente;
- $\mu$  = média geral;
- $R_i$  = efeito aleatório do  $i^{\text{ésimo}}$  reprodutor.
- $V:R_{ij}$  = efeito aleatório da  $j^{\text{ésima}}$  vaca dentro do  $i^{\text{ésimo}}$  reprodutor;
- $E_j$  = efeito fixo da  $j^{\text{ésimo}}$  estação de parto;
- $A_k$  = efeito fixo do  $k^{\text{ésimo}}$  ano de parto;
- $S_l$  = efeito fixo do  $l^{\text{ésimo}}$  sexo da cria;
- $e_{ijklm}$  = efeito aleatório associado a cada observação.

Foram realizadas análises univariadas para obtenção dos componentes de variância e herdabilidades das características consideradas. O modelo utilizado foi o seguinte:

$$Y = XB + Zu + e$$

Onde:

$Y$  = vetor das variáveis dependentes;

X = matriz de incidência de efeitos fixos;  
 B = vetor das constantes dos efeitos fixos;  
 Z = matriz de incidência de efeitos aleatórios;  
 u = vetor dos efeitos aleatórios;  
 e = vetor de efeitos residuais aleatórios.

Estimativas de componentes de variância e covariância foram obtidas pelo algoritmo DFREML (Smith e Graser, 1986). A convergência foi alcançada pelo Método Simplex. Os valores iniciais das estimativas dos componentes de variância foram obtidas pelo Método III (Henderson, 1988), mediante o programa computacional LSMLMW PC-2 version (Harvey, 1990).

## Resultados e Discussão

### Produção total de leite

A média ajustada da produção de leite (em todas as lactações) foi de  $1\,545.7 \pm 34.7$  kg. Esta média é inferior às obtidas por Pereira e Pereira (1984), Barbieri (1987), e Pereira (1993) todos na raça Caracu, e por Magofke *et al.* (1966), Magofke e Bodisco (1966), Abreu (1988) e Hahn (1969) em raças crioulas nativas latinoamericanas. No entanto, o valor encontrado é superior aos citados por Lembka *et al.* (1973), Salazar e Huertas (1976), Uribe *et al.* (1976), de Alba e Kennedy (1985) em raças europeias de origem Ibérica.

Pela Tabela 1 observar-se que os efeitos fixos e aleatórios considerados revelaram-se significativos ( $P < 0.01$ ).

As médias ajustadas da produção de leite, de acordo como a estação de parto são relacionadas na Tabela 2. Apenas duas épocas podem ser bem caracterizadas na região, a da seca (junho a

novembro) e a da chuvas (dezembro a maio).

Tabela 1. Análise de variância da produção total de leite de fêmeas da raça Caracu

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
Reprodutor	102	556 102.18**
Vaca:Pai	1 234	207 704.01**
Estação de parto	3	1 474 214.51**
Ano de Parto	7	905 801.73**
Sexo da cria	1	460 151.93**
Resíduo	1 444	75 688.37

A produção de leite foi maior nas lactações iniciadas no final da estação seca (primavera) e início da chuvosa (verão). Justifica-se esse achado ao fato das vacas serem beneficiadas pela suplementação alimentar na estação seca enquanto que, na chuvosa, pode ter ocorrido pouca pluviosidade que, associada às altas temperaturas, acabaram por restringir a produção das pastagens com a conseqüente diminuição na produção de leite (outono e inverno).

Barbieri (1987), na raça Caracu, não mencionou efeito significativo do mês de parto sobre a produção total de leite, enquanto que Pereira (1993), no mesmo rebanho, relatou diferenças significativas entre épocas de parição com produções ligeiramente superiores nas águas.

Tabela 2. Número de observações (N<sup>o</sup>), produção média ajustada da produção total de leite e respectivo erro-padrão (LSM ± SE), de acordo com a estação e ano de parto e sexo da cria

Efeito	N <sup>o</sup>	Média ± EP
Estação de parto		
Verão	266	1 529.7 ± 39.6
Ourtono	1 155	1 494.8 ± 36.2
Inverno	838	1 499.2 ± 36.2
Primavera	533	1 659.0 ± 37.2
Ano de parto		
1983	161	1 502.4 ± 86.8
1984	288	1 648.1 ± 69.4
1985	363	1 571.9 ± 58.6
1986	475	1 661.9 ± 53.1
1987	554	1 775.8 ± 55.3
1988	574	1 680.2 ± 64.2
1989	162	1 275.9 ± 93.5
1990	215	1 249.1 ± 95.1
Sexo da cria		
Machos	1 342	1 563.6 ± 34.8
Fêmeas	1 450	1 527.7 ± 34.7

Quando se considera o ano de parto, a produção máxima foi em 1987, seguindo-se queda gradual até o 1990. Este achado justifica-se pelas diferenças de pluviosidade ao longo dos anos. A caracterização do efeito de ano é de difícil precisão, visto que, no decorrer dos anos, o rebanho esteve sujeito a mudanças ambientes como alterações no manejo, oscilações na disponibilidade qualitativa e quantitativa de forragens e na constituição genética dos animais como resultado da seleção e descarte.

O efeito de sexo da cria sobre a produção total de leite revelou maior produção nas vacas que pariram machos. A diferença, em produção, foi de 36 kg, confirmando os resultados encontrados por Tupy (1985), que associou o aumento

da produção de leite à ocorrência do nascimento de bezeros machos. O mecanismo fisiológico pelo qual o sexo da cria afeta a produção de leite ainda não está esclarecido. Taylor *et al.* (1978) sugeriram que o maior desenvolvimento da glândula mamária ocorre durante a gestação surge em resposta aos hormônios secretados pela unidade feto-placentária e observaram que as diferenças entre fetos na secreção hormonal podem conduzir a diferenças no desenvolvimento do úbere e, mesmo, na produção de leite. Segundo Thatcher *et al.* (1980), a placenta é quem produz maior quantidade de hormônios durante a gestação, sendo que o feto e a placenta contribuem, de forma significativa, nas mudanças hormonais da circulação materna no último estágio da gestação.

#### Produção de leite na primeira lactação

A produção média ajustada, na primeira lactação, foi de 1 356.8 ± 30.3 kg. Este valor é inferior ao observado por Pereira (1993) no mesmo rebanho. Esta redução, apesar de pequena, pode ser atribuída às amostras de dados usadas nos diferentes anos além de diferenças atribuídas ao manejo e alimentação do rebanho. Cotejando-se com a produção observada em regiões tropicais para os mesmos grupamentos genéticos, vê-se que a produção média obtida neste estudo é superior às relatadas por Salazar e Huertas (1976).

A análise de variância, detalhada na Tabela 3, revelou que os efeitos fixos de ano e estação de parição e sexo da cria afetaram ( $P < 0.01$ ) a produção de leite na primeira lactação.

Tabela 3. Análise de variância da produção de leite na primeira lactação, de fêmeas de raça Caracu

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
Reproductor	102	347 095.98**
Estação de parto	3	773 477.62**
Ano de Parto	7	1 390 900.16*
Sexo da cria	1	381 345.97**
Resíduo	1 210	151 857.63

\*\*P < 0. 01

A Tabela 4 informa a produção de leite na primeira lactação, de acordo a estação e ano de parição. A produção de leite observada nas partições ocorridas no verão e outono, foi maior que as do inverno e primavera. Este resultado pode ser devido, em parte, às restrições alimentares comumente verificadas na época seca e ao fato das lactações alongarem-se durante a mesma quando os animais, apesar do início da seca, ainda apresentam boas condições corporais.

Nota-se que houve declínio da produção de leite a partir do sétimo ano do período considerado neste estudo. A produção máxima foi atingida em 1984 e a mínima, em 1990. A influência de ano de parto sobre a produção de leite foi igualmente detectada, no mesmo rebanho, por Barbieri (1987) e Pereira (1993).

O efeito de sexo da cria sobre a produção de leite na primeira lactação revelou maior produção nas vacas que pariram machos. A produção foi, em média, 36 kg mais alta nas vacas cujos produtos eram machos. Estes, por serem mais pesados e provocarem maior

ginástica funcional, acabam por estimular a produção de leite de suas mães.

Tabela 4. Número de observações (N<sup>o</sup>), produção média ajustada na primeira lactação e respectivo erro-padrão (LSM ± SE), de acordo a estação e ano de parto e sexo da cria

Efeito	N <sup>o</sup>	Média ± EP
Estação de parto		
Verão	107	1 476.7 ± 83.6
Outono	642	1 447.5 ± 75.4
Inverno	383	1 340.5 ± 75.9
Primavera	191	1 390.4 ± 77.6
Ano de parto		
1983	160	1 543.7 ± 87.0
1984	181	1 617.1 ± 81.9
1985	177	1 458.0 ± 80.5
1986	189	1 472.8 ± 79.7
1987	152	1 559.9 ± 80.5
1988	183	1 323.7 ± 80.4
1989	160	1 242.6 ± 83.5
1990	121	1 092.5 ± 88.8
Sexo da cria		
Machos	663	1 431.8 ± 75.1
Fêmeas	660	1 395.7 ± 74.8

### Produção de leite por dia de primeiro intervalo de partos

Mais expressiva que a produção de leite é a produção efetiva de leite, que conjuga duas características de importância econômica (produção de leite na primeira lactação e primeiro intervalo de partos), fornecendo a produção real da vaca.

Em geral, quanto mais longo for o intervalo de partos, menores serão a produtividade e a lucratividade do rebanho.

O resultado da análise de variância da produção de leite por dia de

primeiro intervalo de partos, pode ser visto na Tabela 5. A média ajustada pelo método dos quadrados mínimos foi de  $3.5 \pm 0.10$  kg/día. Todos os efeitos considerados no modelo foram significativos ( $P < 0.01$ ).

Tabela 5. Análise de variância da produção de leite por dia de primeiro intervalo de partos, de fêmeas da raça Caracu

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
Reproductor	90	1.963**
Ano de Parto	5	3.529**
Estação de parto	3	5.172**
Resíduo	630	0.696

\*\*P < 0.01

Observou-se maior produção de leite por dia de primeiro intervalo de partos na estação chuvosa do que na seca (Tabela 6), reforçando a expectativa de que as estações com maior disponibilidades de alimentos favorecem a produção de leite, e reduzem a duração do intervalo de partos.

As médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos segundo o ano de parto indicaram tendência de aumento da PLIEP no período de 1983 a 1987, sendo a maior média observada em 1987 e a menor, em 1988. Esta diferenças podem ser atribuídas às variações climáticas e a sua interferência na disponibilidade de forragens para os animais.

Tabela 6. Número de observações (N<sup>o</sup>), médias dos quadrados mínimos e respectivo erro-padrão (LSM  $\pm$  SE) da produção diária de leite por dia de primeiro intervalo de partos, de acordo com a estação e ano de parto

Efeito	N <sup>o</sup>	Média $\pm$ EP
Estação de parto		
Verão	43	3.7 $\pm$ 0.1
Outono	339	3.6 $\pm$ 0.1
Inverno	230	3.2 $\pm$ 0.1
Primavera	117	3.5 $\pm$ 0.1
Ano de parto		
1983	122	3.5 $\pm$ 0.1
1984	141	3.6 $\pm$ 0.1
1985	138	3.6 $\pm$ 0.1
1986	131	3.7 $\pm$ 0.1
1987	107	3.8 $\pm$ 0.1
1988	90	2.8 $\pm$ 0.2

#### Estimação de herdabilidades de características produtivas

As estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) e respectivos erros-padrão, para as características em estudo, estão apresentadas na Tabela 7. Os valores de  $h^2$  encontrados podem ser considerados como de médios a altos, enquanto que os erros-padrão associados às estimativas foram pequenos, o que assegura que as estimativas merecem credibilidade.

O valor da estimativa de  $h^2$  da produção total de leite foi  $0.34 \pm 0.08$ . Esse valor é superior ao citado por Magofke *et al.* (1966) e Alvarez *et al.* (1978) nas raças crioulas de América Central. Supera, também, ao citado por Pereira e Pereira (1984), Barbieri (1987) e Pereira (1993), todos na raça Caracu.

Com o intuito de se avaliar a conveniência ou não de se ajustar a produção de leite para duração da lactação, foi calculada a correlação genética entre duração da lactação e produção de leite, obtendo-se o valor de 0.90. Evidenciou-se assim que a duração da lactação é um componente genético importante da produção de leite no presente rebanho. Assim sendo, na análise efetuada para estimar a herdabilidade da produção de leite, os dados não foram ajustados para duração da lactação. O ajustamento para período de lactação poderia resultar numa subestimativa de herdabilidade da produção de leite. Reconhece-se que, nas regiões topicais, o período de lactação é altamente influenciado por fatores genéticos, resultando em estimativas de herdabilidade de valores moderados e correlação genética alta e favorável com a produção de leite.

Nesta direção, Madalena (1988) ao estudar os efeitos dos procedimentos utilizados para reduzir a variação da duração da lactação sobre a eficiência da seleção para produção de leite, concluiu que, o ajuste da produção de leite pela duração da lactação remove maior variação genética do que fenotípica. Tal procedimento reduz as estimativas de herdabilidades obtidas com dados ajustados, em relação às de dados não ajustados.

Pereira e Pereira (1984), no rebanho Caracu, constataram herdabilidade de  $0.167 \pm 0.026$ , quando os dados de produção de leite foram ajustados para a duração do período de lactação. Quando este foi desconsiderado, a estimativa obtida foi de  $0.228 \pm 0.033$ , sugerindo redução da variação genética da produção de leite com o ajustamento para o período de lactação.

É preciso considerar que se a herdabilidade da duração da lactação for baixa e a correlação genética com a produção de leite também, não há restrições quanto ao ajustamento dos dados para a duração da lactação.

A repetibilidade da produção total de leite foi  $0.424 \pm 0.007$ , sendo que, para a mesma raça, Pereira *et al.* (1980) e Pereira (1993) acharam valores de 0.628 e 0.45, respectivamente. Na raça crioula da América Central, Magofke *et al.* (1966) e Alvarez *et al.* (1978), mencionaram 0.65 e 0.32, respectivamente, e na Venezuela, Abreu (1988) relatou  $0.40 \pm 0.026$ .

Tabela 7. Estimativa dos coeficientes de herdabilidade ( $h^2$ ) e erros-padrão (EP) das características produtivas

Característica	$h^2 \pm EP$
PTL	$0.34 \pm 0.08$
PLP	$0.55 \pm 0.08$
PLIEP	$0.22 \pm 0.11$

A estimativa de herdabilidade da PLP ( $0.55 \pm 0.08$ ) encontra-se pouco acima dos valores mencionados na literatura, que variam entre 0.20 a 0.40 para a primeira produção de leite nas raças leiteiras especializadas.

Observa-se que a estimativa de herdabilidade para PLP (0.55) apresentou valor mais alto que a estimativa para PTL (0.34). Uma possível causa da estimativa de herdabilidade mais alta para PLP poderia-se atribuir a vícios decorrentes de seleção e descarte de vacas após a primeira lactação. Neste sentido, Majjala e Hanna (1974) observaram que as herdabilidades decresceram com as

progressivas partições. Na primeira produção de leite relataram herdabilidade de 0.25 e, na terceira, de 0.17. Os autores sugeriram que essas diferenças poderiam ser devidas a possíveis efeitos da seleção de vacas com o progredir das lactações.

Outra explicação plausível é dada por diferenças em estado ou condição corporal das vacas. As primíparas teriam condição corporal superior às múltíparas, o que lhes permitiria expressar suas potencialidades genéticas aditivas com mais evidência.

Outra possível explicação para este achado é dada pela teoria de que diferentes conjuntos de genes estariam determinando a produção de leite na primeira lactação em relação às subsequentes. Entretanto, Pereira (1993), utilizando a mesma amostra de dados do presente estudo, estimou correlação genética entre produção de leite na primeira e segunda lactação, entre a primeira e terceira e entre a segunda e terceira lactações, observando valores de  $0.40 \pm 0.18$ ;  $0.54 \pm 0.17$  e  $0.96 \pm 0.10$ , respectivamente. O autor concluiu, com base nas estimativas obtidas, que as três primeiras lactações seriam, em grande parte, determinadas pelos mesmos grupos de genes aditivos. O mesmo argumento foi anteriormente proposto por Barker e Robertson (1966), ao afirmar que as correlações genéticas para produção de leite, em diferentes lactações, aproximam-se da unidade, e que a correlação entre a primeira produção de leite e as posteriores seriam, basicamente, as mesmas.

A estimativa de herdabilidade mais alta para PLP, obtida no presente estudo, permite sugerir que, a seleção de fêmeas para esta característica é, geneticamente, mais vantajosa do que para PTL. A inclusão da PLP no programa de

seleção do rebanho, permitira selecionar as futuras reprodutrices mais precocemente, resultando em aumento na produtividade do plantel em estudo.

Não foram encontradas, na literatura latinoamericana, estimativas de herdabilidade para PLP e PLIEP. Os valores aqui achados poderiam ser considerados altos, especialmente por se tratar de raça nativa leiteira de clima tropical ainda pouco trabalhada geneticamente.

A PLIEP apresentou estimativa de 0.22. Considerando-se que este valor é inferior ao da PTL (0.55) mas superior ao do IEP, cuja herdabilidade foi de 0.14 (Quirino, 1994), pode-se sugerir que a seleção pela PLIEP seria mais vantajosa pois conjugaria duas características determinantes da lucratividade dos rebanhos.

### Conclusões

A significância dos efeitos de estação e ano de partição e sexo da cria sobre as características produtivas estudadas, mostram a importância da correção dos dados para esses efeitos na avaliação do valor genético das fêmeas, bem como, na estimação dos parâmetros genéticos.

Os valores de herdabilidade obtidos no presente indicam que existe variância genética aditiva entre vacas para produção de leite. Entretanto, poder-se-ia obter maior ganho genético selecionando-se as vacas com base a produção de leite na primeira lactação.

### Literatura Citada

- Abreu, O. 1988. Programas de mejoramiento genético ejecutados por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias en la

- cuenca del Lago de Maracaibo. Rev. Cien. Tenol. Venezuela, 5(2):27.
- Alvarez, J., O. Deaton y H. Muñoz. 1978. Veinticinco años de selección en un hatu lechero del trópico húmedo. ALPA Mem. 13:149 (Resumen).
- Barbieri, M. E. 1987. Estudio genético-cuantitativo de produções parciais e total de letie de vacas da raça Caracu. Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte, MG (Tese Mestrado) 66 p.
- Barker, J. S. and A. Robertson. 1966. Genetic and phenotypic parameters for first three lactations in Friesian cows. Anim. Prod., 8(1):221.
- Bodisco, V., E. Cevallos y A. Carnevalli. 1966. Influencia de la estación climática sobre la producción de vacas criollas lecheras ALPA Mem. 1:141.
- de Alba, J. and B. Kennedy. 1985. Genetic parameters of purebred and cross bred milking Criollos in tropical Mexico. Anim. Prod., 58(3):158.
- Hahn, J. 1969. Inheritance of fertility in cattle inseminated artificially. J. Dairy Sci., 52(2):240.
- Harvey, W. R. 1990. User's Guide for LSMLMW: Mixed Model least-squares and Maximum Likelihood Computer program. PC-2. Version. Ohio State University. 100 p.
- Henderson, C. R. 1953. Estimation of variance and covariance components. Biometrics, 9:226.
- Henderson, C. R. 1980. Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. J. Dairy Sci., 71(Suppl.2):1.
- Lemka, L., R. E. McDowell, and L. D. Van Vleck. 1973. Reproductive efficiency and viability in two *Bos indicus* and two *Bos taurus* breeds in the tropics of India and Colombia. J. Anim. Sci., 36(4):644.
- Madalena, F. E. 1988. A note on the effect of variation of lactation length on the efficiency of tropical cattle selection for milk yield. Theor. Appl. Genet. 15(3):585.
- Magofke, J. C., J. de Alba y H. Muñoz. 1966. Informe del progreso sobre mejoramiento genético de ganado Criollo Lechero de Turriabla. ALPA Mem. 1:77.
- Magofke, J. C. y V. Bodisco. 1966. Estimaciones del mejoramiento genético de ganado Criollo Lechero en Maracay Venezuela, entre los años 1955-64. ALPA Mem. 1:105.
- Maijala, K. and M. Hanna. 1974. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. World

- Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 1:541-543.
- Meyer, K. 1993. User notes DFREML. Version 2.1. University of New England, Armidale, Australia. 101 p.
- Pereira, J. C. C. 1993. Estudo da relação genética entre características produtivas e reprodutivas de um rebanho bovino nativo da raça Caracu. Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte. (Dissertação Doutorado) 135 p.
- Pereira, J. C. C. e C. S. Pereira. 1984. Estudo genético-quantitativo de produção de leite em bovinos nativos da raça Caracu. I. Estimativa de herdabilidade para as dez primeiras lactações e produção de leite por dia de intervalo entre parto. Anais Reunião Anual SBZ, Belo Horizonte. 37 p. (Resumo).
- Pereira, J. C. C., C. S. Pereira e A. M. Lemos 1980. Estudo de fatores ambientais e genéticos relacionados com o intervalo entre partos da raça Caracu. Arq. Esc. Vet., 32(1):81.
- Quirino, C. R. 1994. Parâmetros genéticos e de ambiente relacionados com características produtivas e reprodutivas de um rebanho da raça Caracu. Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte (Tese Mestrado) 86 p.
- Salazar, D. y E. V. Huertas. 1976. Eficiencia de la producción de leche en el trópico colombiano. ALPA Mem. 11:51 (Resumen).
- SAS. 1990. User's Guide Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
- Smith, S. P., and U. H. Graser, 1986. Estimation of variance components in a class of mixed models by restricted maximum likelihood. J. Dairy Sci., 69(4):1156.
- Taylor, St. S. C., L. S. Monteiro, J. Murray, and T. J. Osmond. 1978. Possible association between the breeding value of dairy bulls and milk yield of their mates. Anim. Prod., 27(3):303.
- Thatcher, W. W., C. J. Wilcox, R. J. Collier, D. S. Eley, and H. H. Head. 1980. Bovine conceptus-maternal interactions during the pre and postpartum periods. J. Dairy Sci., 63(9):1530.
- Tupy, O. 1985. Efeitos do pai do feto sobre a produção de leite na lactação subsequente de vacas da raça Caracu. Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte, MG. (Tese Mestrado) 135 p.
- Uribe, G. J., F. M. Botero, O. Zapata y E. V. Huertas. 1976. Producción lechera del ganado Blanco Orejinegro y sus cruces con Jersey en el sub-trópico de Colombia. ALPA Mem. 11:50 (Resumen).