



Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir

Luis Gabriel González Herrera¹, Lenira El Faro², Lucia Galvão de Albuquerque³, Humberto Tonhati³, Carlos Henrique Cavallari Machado⁴

¹ Mestrando - FCAV/UNESP, Rod. Prof. Paulo D. Castalani km 8, CEP: 14870-000, Jaboticabal-SP.

² APTA/SAA/SP, Ribeirão Preto - SP.

³ FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. Pesquisador do CNPq.

⁴ ABCZ - Superintendente técnico-adjunto de Melhoramento Genético.

RESUMO - Foram estimados parâmetros genéticos para as produções de leite no dia do controle (PLDC) e para a produção acumulada até 305 dias (P305) de 2.440 primeiras lactações de vacas da raça Gir leiteiro com partos entre 1990 e 2005. A produção acumulada até 305 dias e as produções de leite no dia do controle foram analisadas por meio de um modelo animal em análises uni e bicaracterísticas. Para as produções no dia do controle, o modelo incluiu o efeito aleatório genético direto e os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, classe de idade da vaca ao parto e dias em lactação como co-variável (regressão linear). Para a P305, utilizou-se o mesmo modelo, excluindo-se os dias em lactação e utilizando-se a idade da vaca ao primeiro parto como co-variável (regressão linear e quadrática). O grupo de contemporâneos (GC) foi definido como rebanho, ano e estação do controle para produções no dia do controle e rebanho, ano e época de parto para P305. Aplicou-se a restrição de que cada grupo de contemporâneo deveria conter no mínimo três observações no caso das produções no dia do controle e cinco observações para P305. Os componentes de variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita. Os valores maiores de variâncias fenotípicas foram observados no meio da lactação e os das variâncias aditivas no início da lactação. As estimativas de herdabilidade obtidas pelas análises unicaracterísticas oscilaram entre 0,13 e 0,36, enquanto as obtidas por análises bi-características oscilaram entre 0,14 e 0,34. Para as duas análises, essas estimativas foram maiores nos primeiros e menores nos últimos controles. As correlações genéticas entre as produções no dia do controle foram elevadas e positivas e maiores entre os controles mais próximos. Os resultados sugerem que as produções no dia do controle podem ser utilizadas como critério de seleção para produção de leite da raça Gir.

Palavras-chave: bovinos leiteiros, componentes de variância, ganho genético, produção de leite

Genetic parameters of test-day and accumulated 305 day milk yields in first lactation of Gyr cattle

ABSTRACT - Records from 2.440 first lactations of Gir cows, calving between 1990 and 2005, were used for estimating genetic parameters of test-day milk yield (TDMY) and accumulated 305 day milk yield (M305) in univariate and bivariate animal models analyses. The model for TDMY included the contemporary group (CG) defined by the combination of herd, year and season of test day, the class of age of cow at calving and the linear covariate of days in milk (linear regression) as fixed effects and the additive genetic as random effect. For M305 the model included the CG (herd, year and season of calving), age of cow as covariate (linear and quadratic regression) and the additive genetic as random effect. Classes of CG with less than three or five animals respectively for TDMY or M305 were eliminated. The variance components were estimated by Restricted Maximum Likelihood. The highest values of phenotypic variances were observed in middle lactation, but in early lactation for the additive genetic variances. Heritability estimates ranged from 0.13 to 0.36 in univariate analyses and from 0.14 to 0.34 in bivariate analyses and were higher at the beginning and lower at the end of lactation in both analyses. Genetic correlations between TDMY were positive and high between adjacent test days. These results suggest that TDMY may be used as selection criteria for improving milk yield of Gyr cattle.

Key Words: dairy cattle, genetic gain, milk production, variance components

Introdução

A avaliação genética para produção de leite tem sido baseada, em muitos países, na produção acumulada até os 305 dias de lactação (P305). Para obter o cálculo da P305, são aplicadas fórmulas e, no caso de lactação em andamento ou curta, são aplicados os fatores de extensão. O problema dos fatores de extensão está relacionado à admissão de que não há variabilidade na forma das curvas dos animais, o que possibilita eliminar variabilidade genética para a característica (Jakobsen et al., 2002). Outro procedimento, no caso de lactações em andamento, é a eliminação da informação, o que pode causar vícios em decorrência da seleção dos dados, além da diminuição do número de filhas por reprodutor e da acurácia de predição dos seus valores genéticos.

Os *test-day models* (TDM) têm sido propostos nos últimos anos e podem contornar os problemas de se utilizar a P305. Esses modelos utilizam nas análises as produções no dia do controle, que podem ser consideradas medidas repetidas, empregando-se os modelos de repetibilidade (Ptak & Schaeffer, 1993) como características distintas e os *test-day models* ordinários (TDMO) ou de dimensão finita (Meyer et al., 1989; Reents et al., 1994; Swalve, 1995). Recentemente, as produções no dia do controle têm sido analisadas por modelos de regressão aleatória, que modelam as trajetórias para os efeitos genético-aditivos e de ambiente permanente como desvios da trajetória fixa (Schaeffer & Dekers, 1994).

Meyer et al. (1989) e Ptak & Schaeffer (1993) descreveram algumas vantagens da utilização das produções no dia do controle nas avaliações genéticas. Entre elas, a avaliação de animais com apenas um ou poucos controles leiteiros, a possibilidade da avaliação genética para persistência da lactação, a maior intensidade de seleção e a redução do intervalo de gerações. Esses autores ressaltaram que, com as produções no dia do controle, é possível obter maior precisão na modelagem dos controles individuais, uma vez que os efeitos de meio que poderiam afetar determinados controles ou fases da lactação seriam considerados.

Na raça Gir leiteiro, uma das mais utilizadas no Brasil para a produção de leite, principalmente em cruzamentos com raças taurinas, a aplicação dos *test-day models* nas avaliações genéticas pode trazer benefícios, como aumento da acurácia nos testes dos touros, ocasionada pelo aumento no número de informações por animal, e redução do intervalo de gerações, em razão da antecipação do processo de seleção.

Neste estudo, objetivou-se verificar as relações entre as produções no dia do controle em diversos controles e

entre estas produções e a P305 e averiguar a possibilidade de utilizar as produções no dia do controle como critério de seleção para animais da raça Gir.

Material e Métodos

O arquivo de dados utilizado foi proveniente de 119 rebanhos da raça Gir de diferentes regiões do Brasil, pertencentes ao banco de dados da Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). As lactações foram truncadas aos 305 dias e os controles mensais de produção de leite obtidos entre 5 e 305 dias após o parto. Foram mantidas as lactações de vacas com idades ao primeiro parto entre 24 e 61 meses e com duração maior que 90 dias. As produções acumuladas aos 305 dias e as produções no dia do controle que apresentaram valores extremos foram eliminadas do arquivo.

Após a realização das consistências, restaram para as análises 24.219 controles mensais de produção de leite de 2.440 primeiras lactações de vacas da raça Gir leiteiro, filhas de 461 touros com partos registrados entre os anos de 1990 e 2005.

A produção de leite no dia do controle foi separada em dez classes de 30 dias totalizando dez controles (PLDC1 a PLDC10). As características foram analisadas por meio de modelos animais unicaracterísticos e bicaracterísticos. Para as produções no dia do controle, o modelo incluiu o efeito aleatório genético aditivo e os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, classe de idade da vaca ao parto e dias em lactação como co-variável (regressão linear). Para a produção acumulada aos 305 dias de lactação, foi utilizado o mesmo modelo, excluindo-se os dias em lactação e considerando a idade da vaca ao primeiro parto como co-variável (regressão linear e quadrática). Foram criadas quatro estações do controle (estação 1 - meses de dezembro, janeiro e fevereiro; estação 2 - meses de março, abril e maio; estação 3 - meses de junho, julho e agosto; estação 4 - meses de setembro, outubro, novembro) e duas épocas de parto (época 1 - meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro; época 2 - meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto).

O grupo de contemporâneos foi formado por rebanho, ano e estação de controle para as produções no dia do controle e por rebanho, ano e época de parto para a P305, mantendo-se os grupos de contemporâneos com no mínimo três observações para as produções no dia do controle e cinco observações para a P305. Foram criadas três classes de idade: a primeira dos 24 aos 36 meses; a segunda dos 36 aos 48 meses; e a terceira dos 48 aos 61 meses de idade.

As análises bi-características foram realizadas entre as dez produções no dia do controle e entre essas produções e a P305, totalizando 55 análises. Em todas as análises, utilizou-se um arquivo de genealogia obtido após buscar o parentesco entre os animais voltando três gerações, totalizando 7.582 animais na matriz de parentesco.

Os componentes de variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, que utiliza um algoritmo livre de derivadas, por meio do pacote MTDFREML (Boldman et al., 1995). O critério de convergência admitido foi de 1×10^{-9} .

Os modelos da P305 e as produções no dia do controle podem ser representados em sua forma matricial por:

$$y = Xb + Za + e$$

em que: y = vetor da produção de leite acumulada até 305 dias ou em cada controle leiteiro; b = vetor das soluções para efeitos fixos; a = vetor das soluções para os efeitos aleatórios genéticos aditivos; X e Z = matrizes de incidência para os efeitos fixos e efeito aleatório de animal, respectivamente; e = vetor do efeito aleatório residual.

As pressuposições em relação às esperanças e variâncias para as análises bi-características são:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } V \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix};$$

em que: $G = A \otimes G_0$ é a matriz de co-variâncias genéticas aditivas entre as características e:

$$G_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{a_i}^2 & \sigma_{a_i a_j} \\ \sigma_{a_j a_i} & \sigma_{a_j}^2 \end{pmatrix},$$

em que: A = matriz de parentesco entre os animais; \otimes = produto de Kronecker entre matrizes; $\sigma_{a_i}^2$ e $\sigma_{a_j}^2$ = variâncias genéticas aditivas para as características i e j ; $\sigma_{a_i a_j}$ = co-variância genética entre as características i e j ; $R = I \otimes R_0$ = matriz de co-variâncias residuais entre as características, de modo que:

$$R_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{e_i}^2 & \sigma_{e_i e_j} \\ \sigma_{e_j e_i} & \sigma_{e_j}^2 \end{pmatrix},$$

em que: I = matriz identidade; $\sigma_{e_i}^2$ e $\sigma_{e_j}^2$ = variâncias residuais para as características i e j ; $\sigma_{e_i e_j}$ = co-variância residual entre as características i e j .

Para as análises unicaracterísticas, $G = A\sigma_a^2$ e $R = I\sigma_e^2$.

O ganho genético e a resposta correlacionada esperada foram calculados para as características estudadas, considerando mesma intensidade de seleção (igual à unidade). As fórmulas usadas podem ser representadas por:

$$\Delta G = h_1^2 i \sigma_1$$

$$RC_2 = r_a h_1 h_2 i_1 \sigma_2$$

$$ER = (RC_2 / \Delta G) \times 100$$

em que: ΔG = ganho genético por seleção direta para a característica 1; RC_2 = ganho genético para a característica 2, mediante seleção direta para a característica 1; σ = desvio padrão fenotípico da característica; i = intensidade de seleção para a característica a ser selecionada; r_a = correlação genética entre as características 1 e 2; ER = eficiência relativa de seleção.

Resultados e Discussão

As produções médias de leite no dia do controle (Tabela 1) apresentaram curva de lactação típica ao que é esperado para a raça Gir, ou seja, com início praticamente no pico da lactação. A produção inicial foi de 9,80 kg e apresentou discreto aumento até o pico da lactação, que ocorreu entre 31 e 60 dias da lactação (10,32 kg) e depois decresceu com o avanço da lactação. A média para P305 (2.170,24 kg) está de acordo com a esperada para a lactação desta raça. O coeficiente de variação para P305 foi de 42,7%, o que indica grande variação em relação à produção média. Bianchini Sobrinho (1988), em um rebanho da raça Gir, encontrou média de produção de leite para primeiras lactações de 1.794,1 kg. Em outra pesquisa, Bongani (1990) estimou médias de produção de leite de 1.994,7 kg com desvio de 677,1 kg. Valores maiores foram encontrados por Ledic (1994), com média de 3.198 kg em 317 dias de lactação, considerando primeira até terceira ordem de parto.

As produções no dia do controle apresentaram coeficientes de variação altos, o que indica a possibilidade de grande variação na forma da curva da lactação dos animais desses rebanhos. Os coeficientes de variação foram mais altos para as produções dos controles do meio para o final da lactação, provavelmente em virtude da diferenças nos manejos reprodutivo e alimentar dos rebanhos estudados, além das diferenças na duração da lactação.

As estimativas dos componentes de variância das análises bi-características foram obtidas pelas médias de todas as análises entre os controles e entre os controles e P305 e, a seguir, a partir dessas estimativas, estimou-se a herdabilidade. Como as estimativas de componentes de variância e das herdabilidades para as análises uni e bicaracterísticas foram muito próximas, a discussão e os cálculos dos ganhos genéticos foram baseados nos resultados das análises bi-características (Tabela 2).

As variâncias fenotípicas foram maiores na primeira metade da lactação. As variâncias aditivas para as produções no dia do controle foram maiores no início da

Tabela 1 - Número de observações, médias, desvios-padrão (DP) e coeficientes de variação (CV%) para produções de leite no dia do controle (PLDC1 a PLDC10), dias em lactação e produção de leite acumulada até 305 dias (P305)

| Característica | Observação | Produção de leite (kg) | | | Dias em lactação | |
|----------------|------------|------------------------|--------|-------|------------------|-------|
| | | Média | DP | CV | Média | DP |
| PLDC1 | 1.285 | 9,80 | 3,28 | 33,44 | 17,89 | 7,14 |
| PLDC2 | 1.700 | 10,32 | 3,63 | 35,23 | 44,94 | 8,29 |
| PLDC3 | 1.652 | 9,77 | 3,49 | 35,77 | 74,58 | 8,21 |
| PLDC4 | 1.645 | 9,55 | 3,59 | 37,69 | 104,41 | 8,31 |
| PLDC5 | 1.480 | 9,23 | 3,46 | 37,54 | 134,96 | 8,28 |
| PLDC6 | 1.436 | 8,49 | 3,15 | 37,10 | 164,95 | 8,33 |
| PLDC7 | 1.396 | 7,92 | 2,89 | 36,48 | 194,58 | 8,46 |
| PLDC8 | 1.295 | 7,43 | 2,71 | 36,59 | 224,63 | 8,21 |
| PLDC9 | 1.200 | 6,82 | 2,55 | 37,47 | 254,57 | 8,30 |
| PLDC10 | 946 | 6,42 | 2,43 | 38,00 | 284,92 | 8,95 |
| P305 | 1.876 | 2170,24 | 927,11 | 42,72 | 276,92 | 79,97 |

lactação, no primeiro e segundo controles, e tenderam a diminuir no decorrer da lactação, tornando-se menores no terço final da lactação. O mesmo comportamento das variâncias fenotípicas foi observado para as variâncias residuais. As estimativas das variâncias residuais, para todos os controles mensais de produção, sugerem grandes diferenças de meio entre os rebanhos estudados, o que é esperado, uma vez que os rebanhos são provenientes de regiões diferentes.

As maiores estimativas de herdabilidade (Tabela 2) foram obtidas para as produções no dia do controle do primeiro (0,34) e sexto controles (0,33). Em geral, as estimativas de herdabilidade tenderam a ser maiores na primeira metade da lactação. Para a P305, a estimativa de herdabilidade (0,29) foi próxima ao valor esperado para essa característica na raça Gir (Verneque et al., 2000). Comparando a herdabilidade estimada para P305 às estimadas para as produções no dia do controle, apenas dois controles (o primeiro e o sexto) tiveram maiores coeficientes e, para as produções do segundo e do quarto controles, as estimativas foram muito próximas da obtida para a P305.

Outros estudos com TDMO e envolvendo dados das raças européias indicam maiores estimativas de herdabilidade para produção de leite no meio da lactação (Wilmink, 1987; Pander et al., 1992; Firat et al., 1997; Machado et al., 1998; Tijani et al., 1999). Os autores alegaram que a menor variação nas produções destes controles está relacionada à influência de meio ambiente, que é mais expressiva no início e no final da lactação.

A raça Gir é uma das principais raças zebuínas exploradas para a produção de leite no Brasil, entretanto, a seleção para características produtivas não foi intensa, o que pode explicar os maiores valores de herdabilidades estimados neste estudo, em comparação aos estimados para raças com seleção mais intensa para produção de leite, como a raça Holandesa, cujas estimativas têm sido menores (Machado

et al., 1998; Bignardi, 2006; Vargas et al., 2006). Em comparação às obtidas para a raça Gir, as estimativas deste estudo foram superiores às descritas por Ledic et al. (2002) e inferiores às obtidas por Costa et al. (2002). Ledic et al. (2002) estimaram herdabilidades que variaram de 0,24 a 0,14, mas usaram lactações de primeira até terceira ordem de parto, o que justifica as menores estimativas. Costa et al. (2002), no entanto, aplicando modelos de regressão aleatória para primeiras lactações, estimaram herdabilidades de 0,27 a 0,71, que foram maiores no início da lactação. Segundo esses autores, os altos valores de herdabilidade podem ser explicados pela estrutura dos dados, uma vez que não foram impostas restrições às lactações curtas.

As correlações fenotípicas estimadas neste estudo (Tabela 3) entre as PLDC foram positivas e variaram de 0,34 (entre PLDC1 e PLDC10) a 0,70 (entre PLDC9 e PLDC10), enquanto, entre P305 e PLDC, variaram entre 0,57 (entre PLDC1 e P305) e 0,88 (entre PLDC6 e P305).

As estimativas das correlações genéticas (Tabela 3) entre as produções no dia do controle variaram entre 0,43 e 1,00 e foram maiores que as fenotípicas. Os valores de correlação entre as características foram, em geral, muito altas e próximas à unidade e maiores quando estimadas entre as produções no dia do controle mais próximas. As correlações genéticas foram menores entre as produções no dia do controle da primeira metade da lactação e a produção do décimo controle, o que pode ser explicado pelo fato de que as lactações da raça Gir tendem a ser mais curtas e menos persistentes. Costa et al. (2002), estimando parâmetros genéticos por meio de regressão aleatória em vacas da raça Gir, encontraram também correlações genéticas altas entre controles adjacentes e baixas entre controles mais distantes. Esses autores encontraram correlações genéticas negativas entre as produções de controles do início (até 60 dias) e do final da lactação, fato que, apesar de inesperado, poderia ser explicado pelo fato de a raça

Tabela 2 - Estimativas dos componentes de variância genética aditiva (Va), residual (Ve) e fenotípica (Vp) e dos coeficientes de herdabilidades (h^2) para as produções de leite no dia do controle (PLDC1 a PLDC10) e para a produção de leite acumulada até 305 dias (P305) em análises uni e bicaracterísticas

| Característica | Unicaracterística | | | | | Bicaracterística | | | |
|----------------|-------------------|--------|---------|-------|------|------------------|---------|---------|-------|
| | Va | Ve | Vp | h^2 | EP | Va | Ve | Vp | h^2 |
| PLDC1 | 2,05 | 3,69 | 5,75 | 0,36 | 0,09 | 1,97 | 3,85 | 5,82 | 0,34 |
| PLDC2 | 2,07 | 4,72 | 6,79 | 0,31 | 0,08 | 1,88 | 4,99 | 6,87 | 0,27 |
| PLDC3 | 1,70 | 4,92 | 6,62 | 0,26 | 0,07 | 1,67 | 6,20 | 7,87 | 0,21 |
| PLDC4 | 1,83 | 4,87 | 6,71 | 0,27 | 0,07 | 1,85 | 5,01 | 6,86 | 0,27 |
| PLDC5 | 1,34 | 4,80 | 6,15 | 0,22 | 0,07 | 1,34 | 5,04 | 6,38 | 0,21 |
| PLDC6 | 1,80 | 3,40 | 5,20 | 0,35 | 0,09 | 1,85 | 3,78 | 5,63 | 0,33 |
| PLDC7 | 1,05 | 3,32 | 4,38 | 0,24 | 0,08 | 1,14 | 3,53 | 4,67 | 0,25 |
| PLDC8 | 0,52 | 3,53 | 4,05 | 0,13 | 0,08 | 0,59 | 3,79 | 4,38 | 0,14 |
| PLDC9 | 0,79 | 3,07 | 3,86 | 0,20 | 0,09 | 0,80 | 3,37 | 4,17 | 0,19 |
| PLDC10 | 0,78 | 2,74 | 3,52 | 0,22 | 0,11 | 0,88 | 2,82 | 3,70 | 0,24 |
| P305 | 161.483 | 37.267 | 534.162 | 0,30 | 0,00 | 149.354 | 358.472 | 507.826 | 0,29 |

Tabela 3 - Estimativas de herdabilidade (diagonal) e correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as produções de leite no dia do controle (PLDC) e entre a PLDC com a produção de leite até 305 dias (P305)

| | PLDC1 | PLDC2 | PLDC3 | PLDC4 | PLDC5 | PLDC6 | PLDC7 | PLDC8 | PLDC9 | PLDC10 | P305 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| PLDC1 | 0,34 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,97 | 0,84 | 0,97 | 0,81 | 0,56 | 0,98 |
| PLDC2 | 0,71 | 0,27 | 1,00 | 0,91 | 1,00 | 0,88 | 0,79 | 0,98 | 0,85 | 0,58 | 0,92 |
| PLDC3 | 0,65 | 0,78 | 0,21 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,96 | 1,00 | 0,94 | 0,68 | 0,99 |
| PLDC4 | 0,63 | 0,74 | 0,82 | 0,27 | 0,99 | 0,97 | 0,96 | 1,00 | 0,94 | 0,53 | 0,98 |
| PLDC5 | 0,58 | 0,65 | 0,71 | 0,80 | 0,21 | 0,96 | 0,94 | 1,00 | 0,87 | 0,43 | 1,00 |
| PLDC6 | 0,49 | 0,62 | 0,67 | 0,73 | 0,79 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 | 0,98 |
| PLDC7 | 0,45 | 0,52 | 0,60 | 0,69 | 0,76 | 0,79 | 0,25 | 0,93 | 0,92 | 1,00 | 0,96 |
| PLDC8 | 0,43 | 0,50 | 0,55 | 0,62 | 0,66 | 0,71 | 0,81 | 0,14 | 1,00 | 0,93 | 0,96 |
| PLDC9 | 0,38 | 0,48 | 0,52 | 0,53 | 0,66 | 0,68 | 0,73 | 0,76 | 0,19 | 0,70 | 0,94 |
| PLDC10 | 0,34 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,53 | 0,51 | 0,62 | 0,68 | 0,70 | 0,24 | 0,68 |
| P305 | 0,57 | 0,73 | 0,79 | 0,84 | 0,87 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,85 | 0,73 | 0,29 |

apresentar baixa persistência, ou seja, os animais com maiores produções no início teriam as menores produções no final da lactação.

Entre as produções no dia do controle e a P305, todas as correlações genéticas foram positivas e superiores a 0,90, exceto para a produção no décimo controle (0,68). Esses valores indicam que grande parte dos genes que influenciam uma característica pode influenciar a outra no mesmo sentido e que, em alguns casos, maiores ganhos em P305 podem ser obtidos por seleção indireta. O fato de as correlações genéticas com a produção do décimo controle serem menores indica a necessidade de escolha do critério de seleção a ser adotado, que deve ser voltada para aqueles que favoreçam a segunda metade da lactação.

O ganho genético obtido via seleção direta para a P305 seria de 206 kg/geração (Tabela 4). Utilizando-se as produções no dia do controle como critérios de seleção, o ganho indireto para P305 seria maior que o obtido via seleção direta apenas para as produções do primeiro e do sexto controles. Adotando-se a PLDC1 como critério de seleção, esse ganho seria de 219 kg/geração e poderia ser ainda

mais acentuado com a antecipação do processo de seleção, que diminui o intervalo de gerações. A eficiência relativa de seleção (ERS%) para a P305, adotando-se a PLDC1 como critério de seleção seria 6,11% superior à obtida via seleção direta e, para a PLDC6, seria 4,54% superior. Em estudo feito com dados da raça Gir, Ledic et al. (2002) estimaram que as eficiências relativas de seleção usando o segundo ou o quarto controles como critérios de seleção seriam, respectivamente, 2 e 3% maiores que usando a P305 como critério. Os resultados indicam vantagens para a P305 se a seleção for realizada para as produções de leite no dia do controle, principalmente para a PLDC1 ou PLDC6.

As respostas correlacionadas para as produções no dia do controle (RC-cont) obtidas mediante seleção para P305 foram em geral maiores ou iguais aos ganhos genéticos obtidos via seleção direta para praticamente todos os controles, exceto para as PLDC1, PLDC2, PLDC6 e PLDC10 (Tabela 4). Esse resultado indica que a seleção para a P305, como tradicionalmente é realizada, proporciona ganhos para as produções no dia do controle na maior parte da lactação. El Faro & Albuquerque (2003), usando controles

Tabela 4 - Estimativas de herdabilidade (h^2) e correlações genéticas (r_a) entre as produções de leite no dia do controle (PLDC) e em 305 dias (P305), ganho genético direto (ΔG), eficiência relativa de seleção (ER%) para P305 realizando seleção para as PLDC e respostas correlacionadas para as PLDC, mediante seleção para P305 (RC-CONT), PLDC1 (RC1) e PLDC6 (RC6)

| Critério | h^2 | r_a | ΔG (kg) | ER (%) | RC-CONT (kg) | RC1 (kg) | RC6 (kg) |
|----------|-------|-------|-----------------|--------|--------------|----------|----------|
| PLDC1 | 0,34 | 0,98 | 0,82 | 106,11 | 0,74 | - | 0,78 |
| PLDC2 | 0,27 | 0,92 | 0,71 | 88,80 | 0,67 | 0,79 | 0,69 |
| PLDC3 | 0,21 | 0,99 | 0,59 | 84,24 | 0,68 | 0,75 | 0,70 |
| PLDC4 | 0,27 | 0,98 | 0,71 | 94,56 | 0,72 | 0,79 | 0,76 |
| PLDC5 | 0,21 | 1,00 | 0,53 | 85,10 | 0,62 | 0,67 | 0,64 |
| PLDC6 | 0,33 | 0,98 | 0,78 | 104,54 | 0,72 | 0,77 | - |
| PLDC7 | 0,25 | 0,96 | 0,54 | 89,13 | 0,56 | 0,53 | 0,62 |
| PLDC8 | 0,14 | 0,96 | 0,30 | 66,70 | 0,40 | 0,44 | 0,45 |
| PLDC9 | 0,19 | 0,94 | 0,39 | 76,10 | 0,45 | 0,42 | 0,51 |
| PLDC10 | 0,24 | 0,68 | 0,46 | 61,86 | 0,34 | 0,31 | 0,49 |
| P305 | 0,29 | | 206,66 | 100,00 | - | 219,29 | 216,04 |

semanais de vacas da raça Caracu, concluíram que a seleção baseada na P305 implicaria maior resposta correlacionada para a produção de leite em todas as fases da lactação, exceto na 2^a, 40^a e 42^a semanas.

Como as herdabilidades para a PLDC1 e PLDC6 foram maiores que para a P305, é interessante estudar como seria o comportamento das respostas correlacionadas e das eficiências relativas de seleção para as produções de leite nos demais controles caso uma delas fosse adotada como critério de seleção. Para a P305, os ganhos correlacionados, assumindo a PLDC1 como critério, seriam 6,11% maiores e, assumindo a PLDC6, seriam 4,54% maiores que os obtidos via seleção direta. Na Tabela 4, a RC1 representa o ganho obtido nas demais produções no dia do controle e na P305, realizando-se seleção para a PLDC1 e RC6, o ganho obtido nas produções no dia do controle e na P305, realizando-se seleção direta para a PLDC6. A seleção para a PLDC1 deverá proporcionar maiores ganhos, via resposta correlacionada, para as demais produções no dia do controle, exceto para as produções de leite no sexto, sétimo e último controles. O mesmo pode ser observado utilizando-se como critério de seleção a PLDC6, embora os ganhos obtidos via resposta correlacionada para as PLDC1 e PLDC2 sejam menores. Assumindo a PLDC6 como critério de seleção, parece haver menores ganhos na primeira metade da lactação, uma vez que os valores de RC6 são menores que os de RC1 nesse período da lactação, no entanto, os ganhos obtidos em toda a lactação são mais equilibrados. Utilizando-se a PLDC6 como critério, maior ênfase seria dada às produções da segunda metade da lactação, enquanto, assumindo a PLDC1, a maior ênfase seria dada às produções da primeira metade da lactação. A PLDC1 proporcionou, em comparação a P305, maiores eficiências relativas de seleção para as produções de leite até o quinto controle. A PLDC6, no entanto, proporciona ganhos mais eficientes que a P305 em todas as fases da lactação. Considerando que a persistência da

lactação é muito importante para raças zebuínas e que estas raças tendem a ter lactações mais curtas, dar ênfase a um critério de seleção que favoreça mais as produções após o quinto controle pode ser de interesse econômico.

Os resultados indicam a possibilidade de sem utilizarem as PLDC como critério de seleção, embora vários trabalhos tenham apontado que, neste caso, haveria dificuldades pelos criadores em adotar esses critérios (El Faro, 2002). A adoção da PLDC1 como critério poderia facilitar muito as decisões e antecipar o processo de avaliação e seleção dos animais. Entretanto, a PLDC6 parece trazer maior equilíbrio em persistência. Uma possibilidade a ser estudada é a composição de índices de seleção contendo as produções dos primeiros controles, buscando um critério de seleção alternativo com alta correlação com a P305, com as produções no dia do controle e com a persistência da lactação, uma característica de grande importância para a raça Gir.

Outros estudos devem ainda ser conduzidos com estes modelos para dar suporte aos resultados obtidos neste estudo, uma vez que ainda existem poucos resultados obtidos com TDM para a raça Gir.

Conclusões

Os parâmetros genéticos estimados para as características estudadas indicam que as produções nos controles poderão ser utilizadas como critério de seleção, pois proporcionam ganhos indiretos para a produção de leite acumulada até 305 e para as demais produções. A seleção para a produção acumulada até 305 dias resulta em aumento de todas as produções parciais, mas a ênfase às produções a partir do sexto controle é menor que a de produções do sexto ou primeiro controles como critérios seleção. Como a seleção com base na PLDC6, em comparação à PLDC1, parece proporcionar ganhos mais equilibrados para todas as produções no dia do controle, essa característica poder ser

usada como critério de seleção para a raça Gir, pois pode melhorar a persistência e a duração da lactação nos animais dessa raça.

Literatura Citada

- BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estimativa de produção total de leite de vacas da raça Gir, baseada em controles semanais, quinzenais, mensais e bimestrais, obtenção de fatores multiplicativos**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1988. 90p. Tese (Livro-Docência em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1988.
- BIGNARDI, A.B. **Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa usando modelos de dimensão infinita**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2006. 75p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2006.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; Van VLECK, L.D. et al. **A manual for use of MTDFREML**. Washington, D.C.: USDA-ARS, 1995. 120p.
- BONGANHI, I.A. **Avaliação de touros e vacas por diferentes métodos de estimação da produção total de leite de vacas da raça Gir, utilizando diferentes intervalos entre controles**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1990. 158p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1990.
- COSTA, C.N.; MELO, C.M.R.; MACHADO, C.H.C. et al. Avaliação de funções polinomiais para ajuste da produção de leite no dia do controle de primeiras lactações de vacas Gir com modelo de regressão aleatória. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativa de parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e produção acumulada até 305 dias, para as primeiras lactações de vacas da raça Caracu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.284-294, 2003.
- FIRAT, M.Z.; THEOBALD, C.M.; THOMPSON, R. Univariate analysis of test day milk yields of British Holstein-Friesian heifers using Gibbs sampling. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.47, n.4, p.213-220, 1997.
- JAKOBSEN, J.H.; MADSEN, P.; JENSEN, J. et al. Genetic Parameters for milk production and persistency for Danish Holsteins estimated in random regression models using REML. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1607-1616, 2002.
- KETTUNEN, A.; MÄNTYSAARI, I.; STRANDÉN, J. et al. Estimation of genetic parameters for first lactation test day milk production using random regression models. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale: University of New England, 1998. (CD-ROM).
- LEDIC, I.L. Gir leiteiro. **Revista dos Criadores**, v.64, n.771, p.23-28, 1994.
- LEDIC, I.L.; TONHATI, H.; VERNEQUE, R.S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientes para as produções de leite no dia do controle e em 305 dias de lactação de vacas da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1953-1963, 2002.
- MACHADO, S.G.; FREITAS, M.A.R.; GADINI, C.H. Genetic parameters of test-day milk yield of Holstein cows. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale: University of New England Armidale, 1998. (CD-ROM).
- MEYER, K.; GRASER, H.U.; HAMMOND, K. Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian Black and White cows. **Livestock Production Science**, v.21, n.1, p.177-199, 1989.
- MEYER, K. Estimates of genetic and phenotypic covariance functions for postweaning growth and mature weight of beef cow. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.116, p.181-205, 1999.
- PANDER, B.L.; HILL, W.G.; THOMPSON, R. Genetic parameters of test day records of British Holstein-Friesian heifers. **Animal Production**, v.55, n.1, p.11-21, 1992.
- PTAK, E.; SCHAEFFER, L.R. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. **Livestock Production Science**, v.34, n.1, p.23-34, 1993.
- REENTS, R.; DEKKERS, J.C.M.; SCHAEFFER, L.R. Genetic parameters of test day somatic cell counts and production traits. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., 1994, Guelph. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 1994. p.120-122.
- SCHAEFFER, L.R.; DEKKERS, J.C.M. Random regressions in animal models for test-day production in dairy cattle. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., 1994, Guelph. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 1994. v.18, p.443-446.
- SWALVE, H.H. The effect of Test day models on the estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.4, p.929-938, 1995.
- TIJANI, A.; WIGGANS, G.R.; Van TASSEL, C.P. et al. Use of (co)variance function to describe (co)variances for test day yield. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.1, p.26, 1999.
- VARGAS, A.D.F.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L. et al. Estimativa de parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e em 305 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1959-1965, 2006.
- VERNEQUE, R.S.; MARTINEZ, M.L.; TEODORO, R.L. Avaliação genética de vacas e touros da raça Gir com base na produção de leite em diferentes estádios de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1060-1066, 2000.
- WILMINK, J.B.M. Efficiency of selection for different cumulative milk, fat and protein yields in first lactation. **Livestock Production Science**, v.17, n.1, p.211-224, 1987.