

Parâmetros genéticos e eficiência relativa de seleção para a produção de leite no dia do controle para vacas da raça Holandesa

Genetic parameters and relative selection efficiency for milk production on test day model for Holstein cows

Juliano Andreazza^I Paulo Roberto Nogara Rorato^{II} Lenira El Faro^{III} Arione Augusti Boligon^{IV}
Tomás Weber^{IV} Carlos Junior Kippert^{IV} Jader Silva Lopes^{IV}

RESUMO

Para estudar a viabilidade da utilização das produções de leite no dia do controle (PLDC) em avaliações genéticas, foram utilizados 33.775 controles mensais da primeira lactação de 4.241 vacas da raça Holandesa, filhas de 561 touros, distribuídas em 23 rebanhos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1992 a 2001. Os componentes de (co)variância foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita, com modelo animal. Os modelos consideraram as PLDC e as produções em 305 dias (PL305), segundo os efeitos aleatórios, genético aditivo direto, de ambiente permanente e residual, e dos efeitos fixos de grupo de contemporâneos e rebanho, além das covariáveis, idade da vaca ao parto e intervalo parto primeiro controle (somente para as PLDC), com os componentes linear e quadrático. As estimativas de herdabilidade para as PLDC e as correlações genéticas destas com PL305 foram altas, sugerindo que as PLDC podem ser utilizadas em avaliações genéticas em substituição a PL305. A eficiência relativa de seleção das PLDC como critério de seleção foi superior em relação à PL305.

Palavras-chave: avaliação genética, correlação genética, herdabilidade, seleção.

ABSTRACT

To verify the possibility of the Test Day Model Methodology (PLCD) to be used in genetic evaluations, records on 33,775 monthly test day were studied. The records were obtained from 4,241 first lactation Holstein cows, sired by 561 bulls, distributed in 23 herds in the state of Rio Grande do Sul, from 1992 to 2001. The (co)variance components were estimated by Restricted Maximum Likelihood method, on animal model. The model considered PLCD and 305 days yield (PL305), as functions of the additive genetic direct, permanent environmental, and residual random effects; the contemporary

group and the herd as fixed effects and the covariables, age of cow at birth and calving-first control interval (only for PLCD), linear and quadratic effects. The high heritabilities for PLCD and the high genetic correlations estimated among PLCD and PL305 suggest that PLCD can be used in genetic evaluation of Holstein cows. The relative selection efficiency for PLCD, as a selection criterion, was higher than that for PL305.

Key words: genetic correlation, genetic evaluation, heritability, selection.

INTRODUÇÃO

A medida mais utilizada nas avaliações genéticas para estimar a capacidade de produção de leite de vacas e touros tem sido a produção acumulada em 305 dias de lactação (PL305), a qual é obtida acumulando a produção de leite de cada mês, com base na produção de leite no dia do controle (PLDC), ao total dos meses anteriores.

No Brasil, a não-adoção de metodologias eficientes de seleção para produção de leite, entre outras causas, tem sido atribuída ao baixo número de animais submetidos ao controle leiteiro, o que se deve, segundo GONÇALVES et al. (1999), principalmente, aos transtornos causados na fazenda pelo controle leiteiro e ao alto custo, o que é realidade até os dias atuais.

Visando encontrar alternativas mais simples, econômicas e acuradas, vêm sendo estudados métodos para prever o mérito genético do animal a partir de um único controle (SWALVE, 1995). Atualmente, a PLDC

^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: rorato@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

^{III}Instituto de Zootecnia (IZ), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

^{IV}Curso de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

tem sido usada, em substituição à PL305, nas avaliações genéticas de gado de leite em países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia (MEYER et al., 1989; SWALVE, 2000).

Estudos desenvolvidos com raças leiteiras no Brasil indicaram herdabilidades semelhantes para as PLDC e PL305 e altas correlações genéticas entre as PLDC e PL305, sugerindo ser possível a utilização das PLDC em substituição ao sistema tradicional (MACHADO et al., 1999; LEDIC et al., 2002a; FERREIRA et al., 2003; COSTA et al., 2005; MELLO et al., 2005). Entretanto, os resultados destes estudos divergem em relação a quais PLDC são mais altamente correlacionadas com P305, se são as PLDC do início, do meio ou do final da lactação.

A utilização do desempenho em uma PLDC como critério de seleção permite reduzir os custos em razão do menor número de controles por lactação e/ou do número de visitas do controlador, podendo ocorrer, ainda, encurtamento do intervalo de gerações (FERREIRA et al., 2003). Além disso, esta metodologia permite incluir, nas avaliações genéticas, os animais com lactações em andamento, sem a necessidade da utilização de fatores de ajustamento para estender a produção para 305 dias e aumenta o número de informações e, principalmente, a acurácia na avaliação de animais jovens (EL FARO & ALBUQUERQUE, 2005). Todavia, para que a adoção desta metodologia seja possível, é indispensável que sejam identificados quais controles representam mais eficientemente a lactação total.

O objetivo deste trabalho foi estimar os coeficientes de herdabilidade para as PLDC e para PL305, bem como os coeficientes de correlação entre as PLDC e P305, a fim de verificar a possibilidade do uso do desempenho nas PLDC, em substituição a P305, nas avaliações genéticas para a raça Holandesa.

MATERIAL E MÉTODOS

Os registros de produção utilizados neste estudo são provenientes dos arquivos do Serviço de Controle Leiteiro da Associação de Criadores de Gado Holandês do Rio Grande do Sul. Foram estudadas as produções de leite na primeira lactação de vacas da raça Holandesa, coletadas em 23 rebanhos, no Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1991 e 2001, em intervalos de, aproximadamente, trinta dias (PLDC1 a PLDC10) e a produção de leite acumulada em 305 dias de lactação (PL305).

Na editoração dos dados, foram constituídas as variáveis: idade da vaca ao parto (IDP) em dias; intervalo entre o parto e o primeiro controle (IPC) em

dias; época do parto e do controle: 1 (dezembro-fevereiro), 2 (março-maio), 3 (junho-agosto), 4 (setembro-novembro); grupos de contemporâneos, reunindo animais que pariram no mesmo ano e época para PL305, e ano e época do controle para as PLDC. Os intervalos entre os controles foram períodos de, aproximadamente, 30 dias, começando no 5^a e terminando no 305^a dia de lactação. Foram eliminados os grupos de contemporâneos com menos de cinco observações os rebanhos com menos de 100 lactações no período, os touros com menos de três filhas, as vacas com idade ao parto inferior a 24 meses e superior a 48 meses, os intervalos parto primeiro controle superiores a 65 dias e inferiores a cinco dias e PL305 superiores a 13.000kg e inferiores a 6.500kg. Quando o animal possuía mais de um controle no mesmo intervalo, foi considerado o primeiro, eliminando-se o segundo.

Após a editoração dos dados, restaram, no arquivo de trabalho, 33.775 registros de produção de leite no dia do controle, de 4.241 vacas, filhas de 561 touros.

As PLDC foram consideradas como medidas repetidas em um mesmo animal (PTAK & SHAEFFER, 1993), observadas em épocas distintas de sua vida, semelhantemente a trabalhos realizados no Brasil por FERREIRA et al. (2003), COSTA et al. (2005) e MELO et al. (2005). Foram feitas análises uni e bicaracterística, considerando as PLDC e a produção acumulada em 305 dias.

Os componentes de (co)variância foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita, utilizando o aplicativo MTDFREML (BOLDMAN et al., 2001). Para estimar os coeficientes de herdabilidade, as PLDC e a PL305 foram analisadas adotando um modelo animal unicaracterística incluindo, como aleatórios, o efeito genético aditivo direto do animal, de ambiente permanente (somente para as PLDC) e o residual. Como fixos, foram observados os efeitos de rebanho e de grupo de contemporâneos, além das covariáveis idade da vaca ao parto e intervalo parto-primeiro controle (somente para as PLDC), efeitos linear e quadrático.

O modelo de repetibilidade utilizado para as PLDC é descrito conforme segue:

$$Y_{ijkl} = R_i + GC_j + \sum_{n=1}^2 b_n X1_{nij} + \sum_{n=1}^2 X2_{nij} + a_{ijk} + pe_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que: Y_{ijkl} = produção de leite no dia do controle; R_i = efeito de rebanho i ; GC_j = efeito de grupo de contemporâneos j ; b_1 e b_2 = coeficientes de regressão linear e quadrática das PLDC em relação à idade da vaca e ao intervalo parto primeiro controle; $X1$ e $X2$ = idade da vaca ao parto e intervalo parto primeiro

controle, em dias; a_{ijk} = efeito genético aditivo direto do animal; pe_{ijk} = efeito de ambiente permanente da vaca (somente para as PLDC) e e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação de PLDC.

Para as análises, as pressuposições foram que os efeitos aleatórios de ambiente permanente e o residual são independentes, tenham distribuição normal, com média zero e variâncias $\hat{\sigma}_{pe}^2$ e $\hat{\sigma}_e^2$, respectivamente, e não sejam correlacionados com o efeito de animal.

Para estimar os coeficientes de correlação genética, foi adotado um modelo animal bicaracterística, considerando os mesmos efeitos anteriormente descritos. Foi utilizado como critério de convergência a variância dos valores do simplex ($-2 \log_e$ da função de verossimilhança) inferior a 10^{-6} . Após a convergência, para afastar a possibilidade de máximos locais, o programa era reinicializado, usando as estimativas obtidas anteriormente como valores iniciais. Esse procedimento era repetido até que a diferença entre as estimativas de verossimilhança das duas últimas convergências fosse menor que 10^{-6} . A matriz de parentesco ficou constituída de 4.241 animais e 7.992 pedigrees decifrados.

A Eficiência Relativa de seleção foi calculada segundo a fórmula descrita por RIBAS & PEREZ (1990):

$$ERS = \frac{r_{aPLDC.PL305} \sqrt{h^2_{PLDC}}}{\sqrt{h^2_{PL305}}}$$

Em que:

$r_{aPLDC.PL305}$ = correlação genética entre as PLDC e a PL305; h^2_{PLDC} = herdabilidade estimada para as PLDC; h^2_{PL305} = herdabilidade estimada para a PL305.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de observações por controle, as médias observadas, os desvios-padrão e os coeficientes de variação das produções parciais de leite e acumuladas em 305 dias estão apresentados na tabela 1. Observa-se que os coeficientes de variação foram altos e semelhantes àqueles relatados por LEDIC et al. (2002a) e FERREIRA et al. (2003), os quais refletem a falta de uniformidade entre os indivíduos da população, tendo o menor valor sido observado no PLDC1 (21,7%) e o maior no PLDC5 (29,0%).

As estimativas dos componentes de variância genética, fenotípica, residual e de ambiente permanente estão apresentadas na tabela 2. A variância genética aditiva decresceu do PLDC1 ao PLDC7, crescendo a partir deste e atingindo o maior valor no PLDC10. Este resultado difere dos relatados por FERREIRA et al. (2003), que observaram

comportamento irregular deste componente, com o maior valor no PLDC8 e de MELO et al. (2005), que verificaram crescimento até o PLDC3, esse que ocorreu o maior valor, decrescendo deste até o PLDC10. A variância de ambiente apresentou comportamento oscilatório do primeiro ao décimo controle, com valores moderados, sugerindo menor influência do meio ambiente sobre as PLDC, bem como que o modelo adotado foi eficiente no ajuste dos dados. Este resultado diverge dos relatados FERREIRA et al. (2003), que observaram tendência de queda e de MELO et al. (2005), que verificaram valores similares do primeiro ao décimo controle para este componente. O componente de variância de ambiente foi cerca de 37% maior que o componente de variância genética aditiva para PL305, concordando com os relatos de FERREIRA et al. (2003) e MELO et al. (2005), que observaram variância de ambiente cerca de 20 e 40% maior, respectivamente, em relação à variância genética aditiva. Em relação às PLDCs, ocorreu o inverso, tendo as variâncias de ambiente alcançado cerca de 41 a 58% das estimativas obtidas para as variâncias genéticas aditivas.

Os valores das estimativas de herdabilidade estão apresentados na tabela 2, em que pode ser observado que os valores apresentaram comportamento oscilatório do primeiro ao décimo controle, variando de 0,34 a 0,42 e foram de 42 a 48% superiores àqueles estimados para PL305, que variaram de 0,18 a 0,24. Estes resultados são superiores aos relatados por FERREIRA et al. (2003) e MELO et al. (2005), os quais relataram que os valores estimados para estes parâmetros variaram de 0,11 a 0,21 e de 0,22 a 0,36, respectivamente. Os maiores valores de herdabilidade observados neste trabalho podem ser explicados pelo fato de as variâncias, genética e de ambiente permanente, terem sido cerca de 50% maiores do que a residual. Os maiores valores de herdabilidade estimados ocorreram no PLDC3 para as análises unicaracterísticas e para a produção em 305 dias, concordando com MELO et al. (2005), que relataram o maior valor no PLDC3. Para as análises bicaracterísticas, o maior valor ocorreu no PLDC7, semelhantemente a FERREIRA et al. (2003), que observaram que o maior valor ocorreu no PLDC8.

Altos valores de herdabilidade para as PLDC, superiores aos estimados para PL305, foram também relatados por LEDIC et al. (2002a). Estes autores sugerem, que as disparidades existentes na literatura para estas estimativas decorrem das grandes diferenças das populações estudadas, bem como pelos métodos de análise utilizados. Segundo SWALVE (1995), a utilização de produções de leite no dia do controle, em intervalos de trinta dias (padronizado), resulta em maiores estimativas de herdabilidade do que

Tabela 1- Número de observações, médias (kg), desvios-padrão (kg) e coeficientes de variação (CV%) por controle (PLDC) e em 305 dias de lactação (PL305)

Caráter	Nº observações	Médias (kg)	Desvios-padrão (kg)	CV (%)
PLDC1	4.221	25,0	5,4	21,7
PLDC2	4.149	25,4	6,0	23,5
PLDC3	3.912	24,6	6,1	24,8
PLDC4	3.410	24,1	6,2	25,8
PLDC5	3.116	23,9	6,9	29,0
PLDC6	3.091	23,7	5,9	24,9
PLDC7	3.211	22,7	5,5	24,1
PLDC8	3.003	21,7	5,1	23,5
PLDC9	2.899	20,9	5,6	27,0
PLDC10	2.763	19,9	5,5	27,1
PL305	4.241	8.962,1	1.032,0	11,5

quando são utilizados intervalos não-padronezados devido, principalmente, à redução da variância residual.

As correlações genéticas, fenotípicas, residuais e de ambiente permanente estão apresentadas na tabela 3. As correlações genéticas entre as PLDC e a PL305 foram altas, variando de 0,83 (PLCD2) a 0,99 (PLCD7), sugerindo que mais de 80% da variação genética é comum a esses eventos biológicos e indicando que as PLDC podem ser um bom critério de seleção. As maiores estimativas de correlação genética foram observadas a partir do quarto até o décimo controle, concordando, em parte, com os resultados de FERREIRA et al. (2003) e MELO et al. (2005) que relataram que os controles intermediários da lactação foram os de maior correlação com a produção

acumulada em 305 dias. Entretanto, esta tendência de correlações genéticas altas não foi observada por MEYER et al. (1989), na Austrália, os quais concluíram que a seleção baseada nas PLDC pode induzir a erros na avaliação genética para PL305, tornando-a menos confiável. Semelhantemente, EL FARO & ALBUQUERQUE (2003) relataram que a seleção com base na PL305 foi o melhor critério de seleção para a raça Caracu.

As correlações fenotípicas entre as PLDC e a PL305 foram inferiores às correlações genéticas, com valores mais altos para PLDC3, 4, 7 e 8, não apresentando regularidade em relação ao estágio de lactação, diferindo dos resultados encontrados por

Tabela 2 - Estimativas das variâncias genéticas ($\hat{\sigma}_a^2$), fenotípicas ($\hat{\sigma}_p^2$), residuais ($\hat{\sigma}_e^2$) e de ambiente permanente ($\hat{\sigma}_{pe}^2$) e das herdabilidades (\hat{h}^2) obtidas por análises uni (u) e bi-característica (b), respectivamente, (h^2 PLDCu e h^2 PLDCb) para as produções no dia do controle (PLDC) e produção em 305 dias (PL305)

Caráter	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_{pe}^2$	\hat{h}^2 PLDCu	\hat{h}^2 PLDCb	\hat{h}^2 PL305b
PLDC1	7,01	18,06	4,06	5,53	0,39	0,34	0,20
PLDC2	6,96	16,89	2,84	4,03	0,41	0,38	0,21
PLDC3	6,78	15,97	3,27	7,60	0,42	0,42	0,24
PLDC4	6,39	16,02	2,62	8,28	0,40	0,40	0,20
PLDC5	6,22	15,95	2,98	5,53	0,39	0,39	0,19
PLDC6	6,08	15,68	3,25	4,62	0,39	0,39	0,20
PLDC7	6,03	15,36	2,98	5,53	0,39	0,43	0,18
PLDC8	6,11	17,13	3,27	7,60	0,36	0,40	0,18
PLDC9	7,15	18,53	3,27	7,60	0,38	0,41	0,20
PLDC10	7,21	18,66	3,05	4,15	0,39	0,39	0,21
PL305	11.896,14	53.265,14	28.200,96	23.887,90			0,22*/0,20

*Resultado obtido pela análise unicaracterística e usado para o cálculo da ERS, uni e bi-característica

°Resultado obtido pela média das análises bi-característica

MACHADO et al. (1999), FERREIRA et al. (2003) e LEDIC et al. (2002a) que estimaram valores mais altos no meio da lactação.

As correlações residuais entre as PLDC e a PL305 foram mais baixas que as genéticas, mas seguiram a mesma tendência, com valores mais altos a partir do PLDC3, indicando existir efeitos de meio em comum para as produções parciais e a PL305, concordando com os resultados obtidos por MACHADO et al. (1999) e FERREIRA et al. (2003), que encontraram valores mais altos no meio da lactação. Os valores encontrados para as correlações residuais discordam dos resultados de LEDIC et al. (2002a), que encontraram valores baixos para as PLDC1, 2, 3 e 10, indicando, segundo os autores, não haver fatores de ambiente em comum para as PLDC e PL305.

As correlações de ambiente permanente e as correlações fenotípicas não apresentaram uma tendência definida no decorrer da lactação. Os valores encontrados são menores que aqueles estimados para as correlações genéticas, diferindo dos resultados apresentados por LEDIC et al. (2002a), que encontraram valores mais altos para as correlações de ambiente permanente em relação às correlações genéticas.

As estimativas de eficiência relativa de seleção para as PLDC estão representadas na tabela 3, onde pode ser observado que a eficiência foi maior quando as PLDC foram utilizadas como critério de seleção, em relação à PL305. Isso sugere que a seleção baseada nas produções parciais pode promover maior ganho genético para PL305. Este resultado concorda com COSTA et al. (2005), que concluíram haver potencial para uso destes registros nos procedimentos de avaliação genética e concorda, parcialmente, com LEDIC et al. (2002a), que concluíram que a seleção baseada nas PLDC2 a PLDC4 promoveria melhor ou

igual resposta do que se fosse utilizada PL305. Entretanto, discorda de EL FARO & ALBUQUERQUE (2003), que afirmaram que pode haver perdas em PL305 quando a seleção é baseada somente nas PLDC, uma vez que estas, por serem pontuais, não possibilitam a estimação de componentes da curva de lactação, por exemplo, a persistência. Segundo estes autores, a definição de índices contendo mais controles e componentes da curva de lactação poderia contornar este problema.

CONCLUSÕES

As altas estimativas de correlação genética entre as produções no dia do controle e em 305 dias de lactação, bem como as altas herdabilidades para as produções no dia do controle sugerem que estas podem ser utilizadas em avaliações genéticas ou como auxiliares na seleção de bovinos leiteiros da raça Holandesa.

As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas mais altas obtidas para os controles intermediários do período de lactação sugerem que estes são mais confiáveis para serem utilizados nas avaliações genéticas do que aqueles do início e do final da lactação.

A eficiência relativa da seleção, superior para a seleção pelas PLDC, sugere que o uso destas nas avaliações genéticas pode trazer maior progresso genético para PL305 do que quando esta é utilizada.

AGRADECIMENTOS E APRESENTAÇÃO

Os autores agradecem à Associação de Criadores de Gado Holandês do Rio Grande do Sul pela cessão do arquivo de dados.

Tabela 3- Estimativas das correlações genética (\hat{r}_a), fenotípica (\hat{r}_p), residual (\hat{r}_e), e de ambiente permanente (\hat{r}_{pe}), entre as produções no dia do controle (PLDC) e a produção em 305 dias (PL305) e eficiência relativa de seleção pelos modelos uni (ERSu) e bi-característica (ERSb) para as PLDC em relação à seleção para PL305.

Caráter	\hat{r}_a	\hat{r}_p	\hat{r}_e	\hat{r}_{pe}	ERSu	ERSb
PLDC1	0,86	0,65	0,59	0,91	1,15	1,07
PLDC2	0,83	0,64	0,58	0,95	1,13	1,09
PLDC3	0,89	0,72	0,73	0,55	1,23	1,23
PLDC4	0,98	0,73	0,81	0,69	1,32	1,32
PLDC5	0,97	0,58	0,78	0,75	1,29	1,29
PLDC6	0,98	0,75	0,77	0,62	1,30	1,30
PLDC7	0,99	0,75	0,78	0,61	1,32	1,38
PLDC8	0,97	0,73	0,83	0,59	1,24	1,31
PLDC9	0,98	0,72	0,79	0,51	1,28	1,34
PLDC10	0,95	0,73	0,71	0,78	1,26	1,26
PL305					1,00	1,00

Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Produção Animal.

REFERÊNCIAS

- BOLDMAN, K.H. et al. **A manual for use for MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variance and covariances (DRAFT)**. Lincoln: Department of Agriculture/Agricultural Research Service, 2001. 120p.
- COSTA et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite de controles individuais de vacas da raça Gir estimados com Modelos de Repetibilidade e Regressão Aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1520-1531, 2005.
- EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilização de modelos de regressão aleatória para produção de leite no dia do controle, com diferentes estruturas de variâncias residuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1104-1113, 2003.
- EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Predição de valores genéticos para a produção de leite no dia do controle e para produção acumulada até 305 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.496-507, 2005.
- FERREIRA, W.J. et al. Avaliação genética de bovinos da raça Holandesa usando a produção de leite no dia do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.295-303, 2003.
- GONÇALVES, T.M. et al. Determinação de fatores multiplicativos para estimar a produção de leite no dia do controle, a partir da produção de leite da manhã ou da tarde. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1000-1006, 1999.
- LEDIC, I.L. et al. Estimativa 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, 2002a.
- MACHADO, S.G. et al. Genetics parameters of test day milk yields of Holstein cows. **Genetic and Molecular Biology**, v.22, n.3, p.383-386, 1999.
- MELO et al. Parâmetros genéticos para as produções de leite no dia do controle e da primeira lactação de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.796-806, 2005.
- MEYER, K. et al. Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian Black and White cows. **Livestock Production Science**, v.21, n.3, p.177-199, 1989.
- PTAK, E.; SHAEFFER, L.R. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. **Livestock Production Science**, v.34, n.1-2, p.32-34, 1993.
- RIBAS, M. ; PEREZ, B. Monthly test day records and yield at 244 days. II. Genetic Parameters in first lactation. **Cuban Journal of Agriculture Science**, v.24, n.2, p.139-144, 1990.
- 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.
- SWALVE, H.H. Theoretical basis and computational methods for different test-day genetic evaluation methods. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.5, p.1115-1124, 2000.