

Utilização da produção de leite no dia do controle na avaliação genética em gado de leite - uma revisão

W. J. Ferreira, N. M. Teixeira, R. de Almeida Torres* e M. V. G. Barbosa da Silva

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, Brasil

Use of test day milk yields for genetic evaluation in dairy cattle - a review

ABSTRACT: Traditionally, the data collected in milk recording schemes are aggregated into records for entire lactations, most often standardized to a length of 305 days (P305). These records then are used in analyses related to dairy cattle breeding programmes. Recently, interest has been increasing in the use of test day milk yields (PLDC) as alternative criterion in studies involving milk yield. Among other advantages, the use of PLDC allows considering records at their origin, i.e. at the day of recording. Under this approach genetic and environmental effects specific to each single record can be considered. Using PLDC it is possible to evaluate cows before the completion of the lactation without the use of factors to extend partial lactation records and also to improve the accuracy of a sire's genetic evaluation as there will be more daughters with production records. However, knowledge of the particularities of the methodology is needed in order for it to be recommended and effectively used in milk production research. The objective of this study was to review the literature on the viability of using the PLDC in dairy cattle genetic evaluations. It was concluded that there are more advantages associated with the use of PLDC than of P305.

Key words: Dairy cattle, 305-day production, genetic evaluation, milk yield, test day yields

©2002 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2002. 10(1): 46-53

RESUMO: Tradicionalmente, os dados de produção coletados no dia de controle leiteiro são agregados para constituírem a produção na lactação completa, normalmente, padronizada para um período de 305 dias (P305). Os registros até 305 dias são então usados em análises relacionadas a programas de melhoramento de gado de leite. Recentemente, tem sido crescente o interesse pela produção de leite no dia do controle (PLDC) como critério alternativo, em estudos envolvendo a produção de leite. Entre outras vantagens, a utilização da PLDC permite considerar os registros na sua origem, isto é, no dia do controle. Desse modo, efeitos de meio ambiente e genéticos específicos a cada registro individual podem ser considerados. A utilização da PLDC possibilita, ainda, a avaliação de vacas que não encerraram a lactação, sem necessidade da utilização de fatores de ajustamento ou projeção da produção, e de touros, com maior confiabilidade, uma vez que haverá maior número de filhas com produção. Contudo, é necessário conhecer as particularidades dessa metodologia para que ela possa ser recomendada e efetivamente empregada nas pesquisas para produção de leite. Assim, objetivou-se com este estudo realizar uma revisão de literatura sobre a viabilidade de utilização da PLDC, em avaliações genéticas em gado de leite. Com base nos trabalhos consultados, verificou-se que a utilização da PLDC para avaliação genética de vacas e touros é mais vantajosa do que a P305.

Palavras chave: Avaliação genética, controle mensal, gado de leite, produção até 305 dias, produção de leite

Introdução

A medida padrão de produção de leite mais usada nas avaliações genéticas de vacas e touros é a produção até 305

dias de lactação (P305). O leite é pesado uma vez ao mês, combinando-se amostras das ordenhas de um dia para análise de gordura, proteína, etc. A produção de determinado mês é calculada e acumulada com o total de meses anterior-

Recibido Noviembre 01 2001. Aceptado Enero 30, 2002.

*E-mail: rtorres@mail.ufv.br

res para estimação da produção até 305 dias. Mesmo em países de pecuária leiteira desenvolvida, até pouco tempo, após o cálculo da produção, os controles mensais eram descartados em virtude da falta de recursos computacionais para armazenamento. Com os recentes avanços na área de informática, este descarte não é mais necessário. Os controles podem, então, ser usados para estudos da curva de lactação, de fatores que os afetam e em avaliações genéticas dos animais.

A utilização da produção de leite no dia do controle (PLDC) em substituição a P305 em avaliações genéticas em gado de leite é recente. Entretanto, países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia, entre outros, já utilizam PLDC em avaliações de características produtivas e o enfoque para produção no dia de controle também é aplicado para contagem de células somáticas. As vantagens de tal mudança são muitas. As herdabilidades estimadas para PLDC têm sido próximas às encontradas para P305. A forma da curva de lactação, o efeito do número de dias em produção, o efeito peculiar do dia do controle e os efeitos específicos para cada vaca no dia do controle, tais como número de ordenhas, duração do período seco, duração do período de serviço anterior e corrente, prenhez ou doença podem ser considerados nos modelos para PLDC. A utilização da PLDC possibilita, ainda, a avaliação de vacas que não encerraram a lactação, sem necessidade de fatores de ajustamento e/ou, projeção da produção. Além disso, as confiabilidades dos valores genéticos dos touros tem sido maiores do que quando obtidas usando-se P305, uma vez que há aumento do número de filhas com produção.

Nesta revisão de literatura procurou-se informar sobre o uso da produção de leite no dia do controle para estimar parâmetros genéticos, fenotípicos e de meio ambiente de características produtivas e para seleção em gado de leite.

Revisão de Literatura

Produção de leite no dia do controle. Vários autores, entre eles Pander *et al.* (1992), Schaeffer e Jamrozik (1996) e Firat *et al.* (1997a), definiram a produção de leite no dia do controle como sendo o somatório das quantidades de cada ordenha durante um período de 24 horas. Dependendo do manejo adotado pelo criador e do nível de produção dos animais, as ordenhas podem ser realizadas duas ou três vezes ao dia. Na maioria das vezes considera-se a produção de leite de duas ordenhas diárias. Quando a produção não for de duas ordenhas ela é ajustada para duas, de forma que todos os animais fiquem em mesma base de comparação.

É importante no estudo da PLDC a definição da ordem dos controles ao longo da lactação, com base nos intervalos em dias entre eles, possibilitando, inclusive, uma melhor modelagem da curva de lactação (Ali e Schaeffer, 1987; Ptak e Schaeffer, 1993; Swalve, 1994, 1995a; Vargas *et al.*, 1998).

Na maioria dos trabalhos consultados cada controle foi considerado como sendo a produção diária em intervalos

de, aproximadamente, 30 dias (Kachman e Everett, 1989; Wilmink, 1987; Meyer *et al.*, 1989; Gadini *et al.*, 1997).

Pander *et al.* (1992) e Firat *et al.* (1997a, 1997b) consideraram até o décimo controle, intervalos de 20 a 50 dias para controles consecutivos, sendo que o primeiro controle envolveu pesagens realizadas a partir do 4º até o 45º dia de lactação.

Stanton *et al.* (1992), trabalhando com 327.424 lactações de até cinco partos de vacas da raça Holandesa, ocorridos no período de 1987 a 1989, no nordeste dos Estados Unidos, em um estudo da curva de lactação, estabeleceram um intervalo máximo de 75 dias para todos os controles, até 369 dias de lactação.

Na Alemanha, Swalve (1995a), ao utilizar 155.494 controles mensais de produção, entre 1985 e 1991, de 15.756 primeiras lactações na raça Holandesa, estimou parâmetros genéticos usando modelos para produção de leite no dia do controle. Duas maneiras de definir os controles foram: a) considerou primeiro controle entre quatro e 45 dias após o parto, e intervalos de 14 a 70 dias, para os demais, método também adotado por Reents *et al.* (1994); e b) controles em intervalos fixos de 30 dias e, quando havia mais de um controle em um intervalo, utilizou a média deles. Houve redução da estimativa do componente de variância residual, com intervalos fixos de 30 dias, não só nas análises para cada controle individualmente, mas também com todos os controles, em modelos de repetibilidade.

Wiggans e Goddard (1997) sugeriram procedimentos e modelos estatísticos para reduzir a demanda computacional nas avaliações genéticas usando produção de leite no dia do controle, em intervalos fixos de 30 dias, a partir do quinto dia de lactação, do primeiro ao décimo controle. Para evitar o descarte de observações, quando mais de um controle são classificados em um único intervalo, sugeriram que os excedentes fossem transferidos para a classe seguinte. Se nesta classe já houver um controle, então utiliza-se a média. Uma alternativa apresentada para diminuir a incidência desse tipo de problema, foi a redução do intervalo dos controles para, por exemplo, 20 dias. Esta alternativa foi utilizada por Jamrozik e Schaeffer (1997).

No Brasil, Machado (1997), ao trabalhar com 17.968 controles mensais provenientes de 2.130 primeiras lactações de vacas da raça Holandesa, paridas entre 1988 e 1991, estabeleceu como sendo de 30.42 dias o intervalo para os controles, para que houvesse uniformização dos dez controles de uma lactação. As pesagens realizadas no primeiro intervalo foram consideradas como primeiro controle; no segundo intervalo, segundo controle; e assim sucessivamente, até o décimo controle. Os registros de pesagens após o décimo controle numa lactação foram eliminados, com a justificativa de que o objetivo do trabalho era estudar apenas os dez primeiros controles da lactação e a produção até 305 dias.

Vargas *et al.* (1998), ao trabalharem com 57.891 lactações de 28.417 vacas de diferentes ordens de parto e composição racial, paridas entre 1980 e 1996, na Costa Rica, consideraram como primeiro controle quando ocorria de

quatro a 16 dias após o parto; segundo, de 15 a 31 dias, e do terceiro ao décimo controle, de 30.4 dias. Com intervalos equidistantes entre os controles houve decréscimos da variância residual e total, aumento da variância genética e, conseqüentemente, aumento na estimativa da herdabilidade.

Na Tabela 1, encontram-se o número total de controles, as médias e os respectivos desvios padrão da produção de leite nos controles mensais, ao longo dos anos, segundo alguns autores.

Efeitos de ambiente

Em princípio, os efeitos de meio ambiente que influenciam a produção de leite no dia do controle não são muito diferentes dos que afetam a produção até 305 dias de lactação. Por isso, os modelos para PLDC foram, inicialmente, definidos a partir dos tradicionalmente utilizados para P305. Porém, as diferenças principais estão na inclusão dos efeitos associados a cada controle mensal de produção (Ptak e Schaeffer, 1993).

Estádio de lactação. A quantidade de leite produzida pelo animal depende do estágio de lactação, que é determinado pelo número de dias em produção (DIM).

Pode-se dividir DIM em classes e considerá-lo como um efeito fixo no modelo. Este procedimento foi sugerido por Keown *et al.* (1986), Kachman e Everett (1989), Schutz *et al.* (1990), Trus e Buttazoni (1990) e Carvalheira *et al.* (1998). Entretanto, em trabalhos que envolvem a PLDC, em modelos de repetibilidade, utiliza-se, normalmente, DIM como covariável e definem-se coeficientes de regressão linear, quadrático ou superior, para este efeito (Meyer *et al.*, 1989; Ptak e Schaeffer, 1993). Nesses casos, o efeito de DIM é muito importante, pois ele determina a forma da curva de lactação (Ali e Schaeffer, 1987 e Jamrozik *et al.*, 1997).

Idade da vaca. Nos modelos para análise da produção de leite até 305 dias de lactação, normalmente, o efeito da idade da vaca ao parto é incluído sendo também considerado em estudos da produção de leite no dia do controle (Meyer *et al.*, 1989; Van Tassel *et al.*, 1992; Ptak e Schaeffer, 1993; Swalve, 1994, 1995a; Reents *et al.*, 1995; Vargas *et al.*, 1998).

O efeito da idade da vaca ao parto, quando se utiliza a produção de leite no dia do controle, tem sido, algumas vezes, substituído pela idade da vaca no dia do controle. Este procedimento foi adotado por Meyer *et al.* (1989), Stanton *et al.* (1992), Strabel e Szwaczkowski (1997, 1998). Entretanto, Stanton *et al.* (1992) concluíram que a inclusão do efeito de idade da vaca ao parto apresentou duas vantagens em relação à idade da vaca no dia do controle. A primeira é que a idade da vaca ao parto precisa ser calculada apenas uma vez na lactação e a segunda é que este efeito tem explicado maior parte da variação na produção de leite no dia do controle.

Rebanho, ano e estação. Os efeitos de rebanho, ano e estação de parto sobre a produção de leite, exaustivamente estudados há vários anos, são evidentes. Entretanto, não se deve considerar somente esses efeitos simples nos modelos de análises, mas também as suas interações, o que, normalmente, conduz à definição de grupos contemporâneos, como rebanho-ano-estação de parto (RAE).

Tabela 1. Número total de controles (N), médias (\bar{X}) em kg e respectivos desvios padrão (DP) da produção de leite para os controles mensais (C01 até C10), na primeira lactação.

Autores	Período	N	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
			$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$
Meyer <i>et al.</i> (1989)	1980 a 1984	124 293	16.3	16.0	15.0	14.1	13.4	12.9	12.5	12.0	11.4	10.7
		340 369	15.2	16.1	15.6	14.4	13.1	11.8	10.6	9.1	7.5	6.6
		37 791	15.3	16.4	15.9	15.3	13.7	11.8	10.2	9.1	8.6	-
Pander <i>et al.</i> (1992)	1988 a 1989	47 736	19.44 \pm 4.02	20.42 \pm 3.95	19.43 \pm 3.94	18.31 \pm 3.85	17.32 \pm 3.86	16.45 \pm 3.75	15.82 \pm 3.79	15.00 \pm 3.85	-	-
Reents <i>et al.</i> (1994)	1986 a 1990	-	24.5	25.7	24.5	23.1	21.9	20.7	19.6	18.1	15.8	-
Swalve (1995a)	1985 a 1991	155 494	23.44 \pm 3.88	23.71 \pm 4.09	22.31 \pm 4.07	21.00 \pm 4.00	19.95 \pm 3.95	19.00 \pm 3.90	18.08 \pm 3.88	17.00 \pm 3.98	15.96 \pm 4.06	15.03 \pm 4.05
Rekaya <i>et al.</i> (1995)	1992 a 1994	37 500	22.90	23.10	22.09	21.16	20.49	19.94	19.23	18.74	17.68	15.94
Firat <i>et al.</i> (1997a)	1988 a 1989	23 873	19.45 \pm 4.05	20.63 \pm 3.95	19.66 \pm 3.95	18.56 \pm 3.87	17.57 \pm 3.79	16.74 \pm 3.74	16.16 \pm 3.76	15.51 \pm 3.75	14.55 \pm 3.75	12.89 \pm 3.86
Machado (1997)	1988 a 1991	17 968	21.8 \pm 4.7	23.6 \pm 4.6	23.3 \pm 4.5	22.1 \pm 4.4	20.9 \pm 4.3	19.7 \pm 4.3	18.3 \pm 4.3	17.3 \pm 4.3	16.0 \pm 4.3	15.0 \pm 4.2

Nos estudos sobre produção de leite até 305 dias de lactação, os animais são agrupados, geralmente, em classes de RAE (Ptak e Schaeffer, 1993; Swalve, 1995a, 1995b; Machado, 1997). Para produção de leite no dia do controle (PLDC), em modelos de repetibilidade, a formação de grupos de animais contemporâneos poderá ser de acordo com rebanho, ano e estação em que o controle da produção de leite foi realizado (RDC), conforme sugerido por alguns pesquisadores (Meyer *et al.*, 1989; Stanton *et al.*, 1992; Ptak e Schaeffer, 1993; Rekaya *et al.*, 1995).

Segundo Swalve (1995b), a inclusão de RDC em substituição a RAE, em modelos para a PLDC, é mais conveniente, pois possibilita a comparação de animais que têm produções controladas no mesmo período, enfatizando, nesse caso, a importância dos efeitos de ambiente na data do controle.

Na estimação de componentes de variância, têm-se observado redução da variância residual, aumento da variância genética e conseqüente aumento da herdabilidade para produção de leite, quando classes de RDC são incluídas nos modelos para análise da produção de leite no dia do controle, em substituição às classes de RAE (Meyer *et al.*, 1989; Van Tassel *et al.*, 1992; Ptak e Schaeffer, 1993; Rekaya *et al.*, 1995; Swalve, 1995a, 1998; Vargas *et al.*, 1998).

Outros efeitos de meio ambiente podem ser considerados em modelos para produção de leite no dia do controle. Danell (1982) incluiu período de serviço no modelo; Wiggans e Goddard (1997) consideraram os efeitos de período de serviço anterior e corrente; Trus e Buttazzoni (1990) utilizaram o "status" de prenhez (prenhe/não-prenhe), nas datas dos controles, e uma regressão sobre dias em gestação, no modelo de análise; Van Tassel *et al.* (1992) ajustaram os controles mensais de produção para número de dias em gestação e período de serviço; e Stanton *et al.* (1992) e Reents *et al.* (1995) consideraram várias lactações de um animal, incluindo ordem de parto como efeito fixo no modelo.

Assim, de acordo com as informações disponíveis sobre os animais, em determinado dia de controle, novas variáveis podem ser incluídas no modelo. Isso confirma que nos modelos para produção de leite no dia do controle podem-se considerar os efeitos inerentes a cada controle individual, ao longo da lactação. Por isso, é importante o registro de todos os fatos que ocorrem com os animais do rebanho, para que os modelos possam ser cada vez mais precisos.

Parâmetros genéticos, fenotípicos e de meio ambiente

Herdabilidade. Van Vleck e Henderson (1961), nos Estados Unidos, utilizaram 9.036 lactações de vacas da raça Holandesa, paridas entre 1957 a 1959, com o objetivo de estimar herdabilidades, repetibilidades, correlações genéticas e fenotípicas entre os controles mensais de produção de leite e a produção acumulada ao longo da lactação, bem como verificar se é possível obter progresso genético por meio da seleção, considerando-se os controles parciais em relação ao obtido na lactação completa. As herdabilidades estimadas aumentaram com o estágio da lactação, iniciando em 0.11, no primeiro controle, e alcançando 0.23, no quinto. Os valores entre o sexto e o oitavo controles permaneceram

constantes em 0.21, aumentando novamente para 0.23, no nono e no décimo controles. Segundo esses autores, esses resultados sugerem que os primeiros e os últimos meses da lactação são mais sujeitos às variações temporárias de meio ambiente e que as produções do meio da lactação são mais influenciadas pelas diferenças genéticas e permanentes de meio existentes entre as vacas.

Utilizando 24.602 lactações de vacas da raça Holandesa, nos Estados Unidos, Lamb e McGilliard (1967) estimaram herdabilidades para os controles mensais de produção. As herdabilidades aumentaram ao longo dos meses, durante a primeira lactação, alcançando 0.25 no décimo controle. Na segunda lactação, estas variaram de 0.20 a 0.30, na maioria dos controles, com exceção dos dois últimos, que foram de 0.01 e 0.12, no nono e no décimo controles, respectivamente. Considerando-se as segundas e as lactações posteriores, as herdabilidades, para a maioria dos controles mensais, foram menores que 0.10, excluindo o primeiro, o quarto e o quinto controles, em que os valores obtidos foram, respectivamente, de 0.27, 0.15 e 0.13. Na análise em que se consideraram todas as lactações, as estimativas de herdabilidades variaram de 0.04, para o segundo controle, a 0.17, para o décimo, sendo a maioria dos valores próximos a 0.10. Para os controles mensais de produção, foram, geralmente, mais baixas que as encontradas por Madden *et al.* (1955), Johnson e Corley (1961) e Van Vleck e Henderson (1961). Contudo, na primeira lactação, a seleção com base em um único controle, entre o sexto e o décimo, proporcionaria progresso genético semelhante ao obtido pela seleção em que se considera a lactação completa. Além disso, quando se usam os controles mensais de produção, pode haver redução no intervalo de gerações.

Keown e Van Vleck (1971), nos Estados Unidos, em um estudo sobre a viabilidade da seleção de animais para produção de leite e percentagem de gordura, com base nos controles mensais de produção, utilizaram 63.300 lactações de vacas da raça Holandesa, paridas entre 1959 a 1967. Na Tabela 2, encontram-se as herdabilidades, estimadas para produção até 305 dias de lactação e para controles mensais, na primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e nas ordens de parto posteriores. Houve aumento das herdabilidades com a ordem de lactação e indicação de que não foram afetadas pelo estágio da lactação.

Wilmink (1987), analisando os controles mensais da primeira lactação de 24.692 vacas da raça Holandesa, paridas entre 1981 a 1984, verificou que a herdabilidade aumentou, gradativamente, de 0.16 ± 0.044 , no primeiro controle, a 0.30 ± 0.062 , no quarto. Em seguida, decresceu até 0.25 ± 0.049 , no oitavo controle. Os valores maiores da herdabilidade foram para controles no meio da lactação, do quarto ao sétimo. Segundo esse autor, esses resultados indicam que as diferenças genéticas entre as vacas, para produções mensais de leite, foram, consideravelmente, menores no início e no final da lactação que em outros estádios. Essa mesma tendência foi relatada por Meyer *et al.* (1989), Pander *et al.* (1992), Reents *et al.* (1994), Swalve (1995a) e Vargas *et al.* (1998).

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade, em porcentagem, para produção de leite nos controles mensais e até 305 dias de lactação, em diferentes ordens de parto.

Lactação	Número de registros	Controles										305 dias de lactação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23 006	14	19	20	20	22	24	23	23	22	20	25
2	13 667	14	20	26	23	25	25	25	25	25	20	28
3	9 589	19	20	22	23	23	23	24	27	24	22	30
4	6 755	19	25	23	24	20	21	21	21	19	20	29
≥ 5	10 283	21	25	26	27	29	28	28	27	24	19	37

Fonte: Keown e Van Vleck (1971).

Ainda com relação ao trabalho de Wilmink (1987), a herdabilidade estimada para P305 foi de 0.31 ± 0.060 . Por meio da razão entre as respostas, correlacionada e direta, para produção de leite até 305 dias estimou índices de eficiência da seleção de vacas e touros com base nos controles mensais. Os maiores valores foram para os controles do meio da lactação, do quarto ao sétimo, os quais variaram de 100 a 105, sendo a maior eficiência obtida pela seleção com base na produção de leite, no quinto controle. Concluiu que a seleção pela produção neste controle é a melhor alternativa, em relação à produção até 305 dias de lactação.

Strabel e Szwaczkowski (1997) estimaram componentes de variância para produção de leite no dia do controle, usando modelo animal, pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita, em modelo de repetibilidade para 78.991 controles mensais de produção de 8.752 primeiras lactações de vacas da raça Holandesa, paridas entre 1992 e 1993. As herdabilidades e os erros padrão para produção de leite no dia do controle e para produção até 305 dias de lactação foram de 0.27 ± 0.0003 e 0.16 ± 0.040 , respectivamente. Segundo esses autores, entre os diversos fatores que causam diferenças nas estimativas de herdabilidades para PLDC e P305, podem-se destacar a diferença entre os modelos de análise e o método pelo qual a produção até 305 dias é calculada. Concluíram que valores altos de herdabilidade para produção de leite no dia do controle possibilitam maior eficiência, quando usada na seleção em vez da produção até 305 dias.

Machado (1997) encontrou valores de herdabilidades, para os controles mensais de produção, de 0.04 a 0.28, sendo as maiores estimativas obtidas entre o quinto e o sétimo controle. Para o nono e o décimo controles foram, respectivamente, 0.12 e 0.04, inferiores aos encontrados na literatura, em parte, atribuídos ao menor número de observações, respectivamente, 1.387 e 1.291, de vacas selecionadas, com redução da variância genética aditiva. O autor sugeriu o quinto controle como substituto da P305, em vista do maior valor da herdabilidade, 0.28. Além disso, argumentou que a utilização do quinto controle poderá levar a uma redução no intervalo de gerações.

Tijani *et al.* (1999), nos Estados Unidos, ao trabalharem com os controles mensais de produção de 17.190 vacas da raça Holandesa, paridas entre 1990 a 1996, encontraram valores de

herdabilidades de 0.16 a 0.22, sendo as maiores estimativas obtidas para os controles do meio e do final da lactação.

Na Tabela 3, encontram-se as estimativas de herdabilidade para produção de leite no dia do controle e até 305 dias, na primeira lactação, ao longo dos anos, segundo diferentes autores.

Correlações genéticas, fenotípicas e de meio ambiente. Lamb e McGilliard (1967) encontraram maiores correlações fenotípicas entre produção total, com os controles do quinto mês e, em seguida, com os controles do quarto e do sexto mês de produção. As produções, nos primeiros e últimos meses, apresentaram menores correlações com a produção total, indicando que estes meses estão mais sujeitos às influências de meio ambiente. As correlações genéticas entre os controles mensais de produção e a produção total foram próximas a 0.90, para todos os controles.

Keown e Van Vleck (1971) obtiveram estimativas de correlações genéticas entre os controles mensais de produção e a produção total na lactação, as quais variaram de 0.77 a 0.99. As maiores correlações genéticas foram, para os controles do meio da lactação, de 0.97 a 0.99, de acordo com Johnson (1957), Madden *et al.* (1959), Fritz *et al.* (1960), Van Vleck e Henderson (1961) e Searle (1961). As correlações fenotípicas variaram de 0.65 a 0.90 e seguiram a mesma tendência, sendo os maiores valores verificados no meio da lactação.

Wilmink (1987) encontrou correlações genéticas entre controles mensais de produção e produção até 305 dias de lactação que variaram de 0.61, para o primeiro controle, a 0.99, para o quarto e sexto controles, sendo os maiores valores detectados no meio da lactação. As correlações genéticas, para os controles do final da lactação, oitavo e no nono controles, foram altas, 0.89 e 0.80, no oitavo e no nono controles, respectivamente.

Para Rekaya *et al.* (1995) a maior estimativa da correlação genética foi entre o primeiro controle e P305 (0.89) com decréscimo na segunda metade da lactação, o que diverge da maioria dos trabalhos em que os valores mais baixos de correlação ocorreram no início da lactação.

Gadini *et al.* (1997) argumentaram que as produções, em cada controle, foram altamente correlacionadas com a produção até 305 dias de lactação, sendo que as do meio da lac-

Tabela 3. Estimativas de herdabilidade, em porcentagem, para produção de leite no dia do controle e até 305 dias (P305), na primeira lactação.

Autor	Período	Número de lactações	Método de estimação	Definição dos controles	Controles										P305
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Wilmink (1987)	1981 a 1984	24 692	REML ^a	PA	16	25	29	30	30	29	29	25	26	-	31
Meyer <i>et al.</i> (1989)	1980 a 1984	-	REML ^a	CMIE	20	22	25	27	24	25	24	24	21	17	-
Pander <i>et al.</i> (1992)	1988 a 1989	-	REML ^a	CM	27	33	34	36	35	38	39	43	-	-	49
Reents <i>et al.</i> (1994)	1986 a 1990	10 777	REML ^b	CM	10	14	21	30	32	37	35	31	30	-	-
Swalve (1995a)	1985 a 1991	15 756	REML ^b	CM	18	24	28	33	33	36	31	26	-	-	39
				CMIE	18	24	29	34	34	37	35	33	30	-	39
Rekaya <i>et al.</i> (1995)	1982 a 1994	3 750	REML ^b	CM ^c	17	19	20	22	22	23	23	25	25	26	29
				CM ^d	18	19	22	21	23	25	25	27	28	27	31
Firat <i>et al.</i> (1997a)	1988 a 1989	-	REML ^a	CM	27	28	27	32	36	37	36	40	39	31	49
				GS	29	29	28	34	38	38	38	42	40	33	40
Machado (1997)	1988 a 1991	2 130	REML ^a	CMIE	16	20	20	16	28	20	20	12	12	4	32
Vargas <i>et al.</i> (1998)	1980 a 1996	-	REML ^b	CM	23	15	20	21	17	15	20	23	19	23	-
Kettunen <i>et al.</i> (1998)	1988 a 1996	6 310	REML ^e	CM	58	44	41	45	48	49	47	48	50	55	-
				REML ^f	51	39	31	31	38	42	43	46	48	52	-
Tijani <i>et al.</i> (1999)	1990 a 1996	17 1790	REML ^b	CMIE	16	16	17	18	19	20	21	21	22	22	-

REML: Máxima verossimilhança restrita; ^aModelo de touro; ^bModelo animal; ^cRebanho-ano-estação de parto; ^dRebanho-data do controle; ^eModelo de regressão aleatório, logaritmo (Ali e Schaeffer, 1987); ^fModelo de regressão aleatório, polinômio ortogonal de quarta ordem (Snedecor e Cochran, 1980); PA: produção acumulada em intervalo de 30 dias; CMIE: controle mensal em intervalos equidistantes; CM: controle mensal; GS: *Gibbs sampling*.

tação, como esperado, apresentaram correlações genéticas próximas de um. A correlação mais baixa foi para o primeiro controle, 0.72, e os erros padrão aproximados foram menores que 0.02. As correlações fenotípicas para todas as combinações foram moderadas (0.59 a 0.82), e os erros padrão aproximados sempre inferiores a 0.008. Concluíram que as produções mensais, principalmente do meio da lactação, podem ser usadas como indicador quase perfeito das produções padronizadas para 305 dias de lactação e que a maior parte da variação das produções no primeiro controle, menos estável, é devida ao ambiente, razão pela qual devem receber menor peso.

No trabalho de Machado (1997), as estimativas de correlações genéticas entre os controles mensais e P305 variaram de 0.78 a 1.0, sendo os maiores valores obtidos no meio da lactação. Resultados semelhantes foram relatados por Pander *et al.* (1992), Deb e Gurnani (1994) e Jamrozik e Schaeffer (1997). Entretanto, para o primeiro e último controles, os valores foram iguais a 1.0, diferindo da maioria dos trabalhos, nos quais são relatados valores menores. Segundo esse autor, este fato pode ser explicado pela menor quantidade de observações desses controles; nesses casos, a metodologia empregada nas estimativas de correlações tende a convergir para valores iguais a +1 ou -1 e também para um máximo local. Mediante maior número de observações, poder-se-ão obter melhores estimativas. Os valores das correlações genéticas foram superiores aos das correlações fenotípicas que, contudo, seguiram a mesma tendência das encontradas na literatura, com os menores valores atribuídos aos primeiros e aos últimos controles, e os maiores, aos controles do meio da lactação. O autor concluiu que, como as

correlações genéticas entre os controles mensais e P305 foram altas e positivas, podem ser utilizados nas avaliações genéticas de reprodutores, em substituição a P305.

Na Tabela 4, encontram-se as estimativas de correlações genéticas e fenotípicas entre as produções nos controles mensais e na lactação, ao longo dos anos, segundo diferentes autores.

Considerações Finais

A utilização da produção de leite no dia do controle, em substituição a produção até 305 dias de lactação, em avaliações genéticas de vacas e touros possível.

Nos modelos estatísticos para análise da produção de leite no dia do controle é possível, também, considerar efeitos de ambiente referentes a cada controle, permitindo maximizar os efeitos de origem genética e minimizar a variância residual.

Maiores ganhos genéticos e, também, menores intervalos de geração quando se utiliza a produção de leite no dia de controle, poderão ser obtidos, uma vez que os animais podem ser avaliados no início de sua vida produtiva.

Além disso, as confiabilidades dos valores genéticos serão maiores, quando se usa a produção de leite no dia do controle, uma vez que, há disponibilidade de mais informações pois, os animais que não encerraram a lactação podem ser incluídos nas avaliações genéticas.

A redução do número de controles ao longo da lactação é possível, utilizando-se apenas os controles do meio da lactação, visto que, as produções do meio da lactação são mais estáveis e correlacionadas com a produção até 305 dias. Nesses meses, os animais são menos influenciados pelas variações de ambiente, que no início e no final da lactação.

Tabela 4. Correlações genéticas (rg) e fenotípicas (rp), em porcentagem, entre os controles mensais de produção de leite e a produção na primeira lactação.

Autor	Período	Número de lactações	Método de estimação	Correlações	Controles									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Van Vleck e Henderson (1961)	1957 a 1959	9 036	ANOVA	rg	89	79	94	95	100	98	99	88	94	71
				rp	58	76	81	85	85	85	83	78	66	53
Keown e Van Vleck (1971)	1959 a 1967	23 006	ANOVA	rg	78	88	94	97	99	98	97	97	89	77
				rp	70	82	86	89	90	90	89	85	79	65
Wilmink (1987)	1981 a 1984	24 692	REML ^a	rg	61	88	94	95	99	99	95	89	80	-
				rp	66	83	87	88	89	89	87	84	78	-
Pander <i>et al.</i> (1992)	1988 a 1989	-	REML ^a	rg	87	89	97	98	99	97	98	97	-	-
				rp	66	77	81	83	84	84	84	83	-	-
Rekaya <i>et al.</i> (1995)	1982 a 1994	3 750	REML ^b	rg	89	76	72	74	78	74	70	72	68	72
				rp	65	70	69	70	71	70	72	73	72	63
Gadini <i>et al.</i> (1997)	-	104 153	REML ^b	rg	72	87	96	98	99	99	98	97	93	88
				rp	59	71	77	79	81	82	82	81	79	73
Machado (1997)	1988 a 1991	2 130	REML ^a	rg	100	80	92	96	89	95	100	93	78	100
				rp	56	64	97	97	76	78	95	91	74	73

ANOVA: Análise de variância; REML: Método da máxima verossimilhança restrita; ^aModelo de touro; ^bModelo animal.

Literatura Citada

- Ali, T. E. and L. R. Schaeffer. 1987. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 67(3):637.
- Carvalho, J. G. V., R. W. Blake, E. J. Pollak, R. L. Quaas and C. V. Duran-Castro. 1998. Application of an autoregressive process to estimate genetic parameters and breeding values for daily milk yield in a tropical herd of Lucerna cattle and in United States Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 81(10):2738.
- Danell, B. 1982. Studies on lactation yield and individual test day yields of Swedish dairy cows. I. Environmental influence and development of adjustment factors. *Acta Agric. Scand.* 32:65.
- Deb, S. M. and M. Gurnani. 1994. Relationship between total lactation milk yield and individual test day records in the field. *Inter. J. Anim. Sci.* 9(2):297.
- Firat, M. Z., C. M. Theobald and R. Thompson. 1997a. Univariate analysis of test day milk yields of British Holstein - Friesian Heifers using Gibbs Sampling. *Acta Agric. Scand.* 47(4):213.
- Firat, M. Z., C. M. Theobald and R. Thompson. 1997b. Multivariate analysis of test day milk yields of British Holstein - Friesian Heifers using Gibbs Sampling. *Acta Agric. Scand.* 47(4):221.
- Fritz, G. R., L. D. McGilliard and D. E. Madden. 1960. Environmental influences on regression factors for estimating 305-day production from part lactations. *J. Dairy Sci.* 43(8):1108.
- Gadini, C. H., J. F. Kewon e L. D. Van Vleck. 1997. Correlações entre produções no dia do controle e em 305 dias de lactação de vacas da raça Holandesa. *Anais 34º Reunião Anual da SBZ. Juiz de Fora*, p.44-46.
- Jamrozik, J., G. J. Kistemaker, J. C. M. Dekkers and L. R. Schaeffer. 1997. Comparison of possible covariates for use in a random regression model for analyses of test day yields. *J. Dairy Sci.* 80(10):2250.
- Jamrozik, J. and L. R. Schaeffer. 1997. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits for first lactation Holstein. *J. Dairy Sci.* 80(4):762.
- Johnson, K. R. 1957. Heritability, genetic and phenotypic constituents of cow's milk. *J. Dairy Sci.* 40(7):723.
- Johnson, L. A. and E. L. Corley. 1961. Heritability and repeatability of first, second, third and fourth records of varying duration in brow's swiss cattle. *J. Dairy Sci.* 44(3):535.
- Kachman, S. D. and R. W. Everett. 1989. Test day model with individual herd correction factors. *J. Dairy Sci.* 72(Supplement 1):60 (Abstr.).
- Keown, J. F. and L. D. Van Vleck. 1971. Selection on test-day fat percentage and milk production. *J. Dairy Sci.* 54(2):199.
- Keown, J. F., R. W. Everett, N. B. Empet and L. H. Wadell. 1986. Lactation curves. *J. Dairy Sci.* 69(3):769.
- Kettunen, A., I. Mäntysaari, I. Strandén, J. Pösö and M. L. Idauer. 1998. Estimation of genetic parameters for first lactation test day milk production using random regression models. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 23:307.
- Lamb, R. C. and L. D. McGilliard. 1967. Usefulness of part records to estimate the breeding values of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 50(9):1459.
- Machado, S. G. 1997. Parâmetros genéticos e de ambiente da produção de leite no dia do controle da primeira lactação de vacas da raça Holandesa. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)*. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 75 p.
- Madden, D. E., J. L. Lush and L. D. McGilliard. 1955. Relations between parts of lactations on producing ability of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 38(11):1264.
- Madden, D. E., L. D. McGilliard and N. P. Ralston. 1959. Relations between test-day milk production of holstein cows. *J. Dairy Sci.* 42(2):319.
- Meyer, K., H. U. Graser and K. Hammond. 1989. Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian Black and White cows. *Livest. Prod. Sci.* 21(3):177.
- Pander, B. L., W. G. Hill and R. Thompson. 1992. Genetic parameters of test day records of British Holstein-Friesian heifers. *Anim. Prod.* 55(1):11.
- Ptak, E. and L. R. Schaeffer. 1993. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. *Livest. Prod. Sci.* 34(1-2):23.
- Reents, R., J. C. M. Dekkers and L. R. Schaeffer. 1994. Genetic parameters of test day somatic cell counts and production traits. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 17:120.
- Reents, R., J. C. M. Dekkers and L. R. Schaeffer. 1995. Genetic evaluation for somatic cell score with a test day model for multiple lactations. *J. Dairy Sci.* 78(12):2858.
- Rekaya, R., F. Béjar, M. J. Carabaño and R. Alenda. 1995. Genetic parameters for test day measurements in Spanish Holstein-Friesian. *Interbul Annu. Mtg.* 11:1.
- Schaeffer, L. R. and J. Jamrozik. 1996. Multiple-trait prediction of lactation yields for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79(11):2044.
- Schutz, M. M., L. B. Hansen and G. R. Steuernagel. 1990. Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73(2):484.
- Searle, S. R. 1961. Part lactations II. Genetic na phenotypic studies of monthly milk fat yield. *J. Dairy Sci.* 44(2):282.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. *Statistical methods* (7nd. Ed.). The Iowa State University Press, Ames.
- Stanton, T. L., L. R. Jones, R. W. Everett and S. D. Kachman. 1992. Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model. *J. Dairy Sci.* 75(6):1691.
- Strabel, T. and T. Szwaczkowski. 1997. Additive genetic and permanent environmental variance components for test day milk traits in Black-White cattle. *Livest. Prod. Sci.* 48(2):91.
- Strabel, T. and T. Szwaczkowski. 1998. Influence of herd-test-day grouping on the accuracy of breeding evaluation in dairy cattle. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 25:629.
- Swalve, H. H. 1994. Genetic relationships between testday milk production and persistency in dairy cattle performance records. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 18:467.
- Swalve, H. H. 1995a. The effect of test day models on the estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. *J. Dairy Sci.* 78(4):929.
- Swalve, H. H. 1995b. Test day models in the analysis of dairy production data - a review. *Arch. Tierz. Dummerst.* 38(6):591.
- Swalve, H. H. 1998. Use of teste day records for genetic evaluation. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 23:295.
- Tijani, A., G. R. Wiggins, C. P. Van Tassel, J. C. Philpot and N. Gengler. 1999. Use of (co)variance functions to describe (co)variances for test day yield. *J. Dairy Sci.*, 82(1):226.
- Trus, D. and L. G. Buttazoni. 1990. A multiple trait approach to modeling the lactation curve. *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 13:492.
- Van Tassel, C. P., R. L. Quass and R. W. Everett. 1992. Parameter estimates for 305-day ME records and 305-day test day residual records. *J. Dairy Sci.* 75(Supplement 1):251 (Abstr.).
- Van Vleck, L. D. and C. R. Henderson. 1961. Estimates of genetic parameters of some functions of part lactation milk records. *J. Dairy Sci.* 44(6):1073.
- Vargas, B., E. Perez and J. A. M. Van Arendonk. 1998. Analysis of test day yield data of Costa Rican dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81(1):255.
- Wiggins, G. R. and M. E. Goddard. 1997. A computationally feasible test day model for genetic evaluation of yield traits in the United States. *J. Dairy Sci.* 80(8):1795.
- Wilmink, J. B. M. 1987. Efficiency of selection for different cumulative milk, fat and protein yields in first lactation. *Livest. Prod. Sci.* 17(3):211.