



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTUDO DA CURVA E PERSISTÊNCIA DA
LACTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA
HOLANDESA UTILIZANDO MODELO DE
REGRESSÃO ALEATÓRIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CRISTIAN KELEN PINTO DORNELES

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2006

**ESTUDO DA CURVA E PERSISTÊNCIA DA
LACTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
UTILIZANDO MODELO DE REGRESSÃO
ALEATÓRIA**

por

Cristian Kelen Pinto Dorneles

Dissertação apresentada ao Curso de Pós –
Graduação em Zootecnia, Área de Concentração
Melhoramento Genético Animal, da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Mestre em Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Curso de Pós – Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ESTUDO DA PERSISTÊNCIA E PRODUÇÃO DE
LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
UTILIZANDO MODELO DE REGRESSÃO
ALEATÓRIA**

elaborada por
Cristian Kelen Pinto Dorneles

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Produção Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Paulo R. Nogara Rorato
(Presidente/Orientador-UFSM)**

Jaime Araújo Cobuci (UFRGS)

Henrique Nunes de Oliveira (UNESP/BOTUCATU)

Santa Maria, 17 de fevereiro de 2006

Aos meus pais Argemiro e Vera
Às minhas irmãs Ivana, Cristiane e Helen
Ao meu sobrinho Rafael
Aos quais devo tudo o que sou

“Têm coisas que tem seu valor
Avaliado em quilates, em cifras e fins
E outras não têm o apreço
Nem pagam o preço que valem pra mim

Tenho uma velha saudade
Que levo comigo por ser companheira
E que aos olhos dos outros
Parecem desgostos por ser tão caseira

Não deixo as coisas que eu gosto
Perdidas aos olhos de quem procurar
Mas olho o mundo na volta
Achando outra coisa que eu possa gostar
Tenho amigos que o tempo
Por ser indelével, jamais separou
E ao mesmo tempo revejo
As marcas de ausência que ele me deixou..

Carrego nas costas meu mundo
E junto umas coisas que me fazem bem
Fazendo da minha janela
Imenso horizonte, como me convém

Daz vozes dos outros eu levo a palavra
Dos sonhos eu tiro a razão
Dos olhos dos outros eu vejo os meus erros
Das tantas saudades eu guardo a paixão

Sempre que eu quero, revejo meus dias
E as coisas que eu posso, eu mudo ou arrumo
Mas deixo bem quietas as boas lembranças
Vidinha que é minha, só pra o meu consumo..”

(Gujo Teixeira)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, pela vida maravilhosa que tenho, por ter me feito perfeita e saudável, por ter me guiado nessa jornada e ter me concedido tantas graças.

À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de realizar meu mestrado.

Ao professor Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato pela oportunidade, confiança e orientação durante o mestrado.

Aos professores Dr. Henrique Nunes de Oliveira, e Dr. Jaime Araújo Cobuci pelos ensinamentos, orientações e esclarecimentos.

Aos colegas do Laboratório de Melhoramento Animal, Aline, Arione, Jader, Luciana e Tomás pelo companheirismo e amizade.

Aos meus pais por terem me dado a vida e terem me ensinado a viver com dignidade. Pelo terem me dado apoio para chegar até aqui, por terem sido perfeitos, incondicionais, e maravilhosos.

Às minhas irmãs Ivana, Cristiane e Helen, que apesar das diferenças, sempre nos mantemos unidas pelos laços de amor e amizade.

À todos aqueles, que de uma forma ou de outra, me auxiliaram, deram força e apoio para a realização deste trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Curso de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

ESTUDO DA PERSISTÊNCIA E PRODUÇÃO DE LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA UTILIZANDO MODELO DE REGRESSÃO ALEATÓRIA

Autor: Cristian Kelen Pinto Dorneles

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato

Data e Local da Defesa: Santa Maria, Fevereiro de 2005.

Os objetivos do presente estudo foram avaliar três medidas de persistência da lactação através da utilização de modelo de regressão aleatória, e também estimar parâmetros genéticos para a persistência e estimar parâmetros genéticos para produção de leite no do controle da primeira lactação de vacas da raça Holandesa através da utilização de modelo de regressão aleatória. Foram utilizados 21.702 registros de produção de leite no dia do controle de 2.429 vacas da raça Holandesa de primeira lactação, com partos ente 1991 e 2003, distribuídos em 33 rebanhos do estado do Rio Grande do Sul. Foram analisadas três mensurações de persistência na lactação utilizando-se os valores genéticos dos animais, obtidas pelo modelo de regressão aleatória ajustada por polinômios ortogonais de Legendre de ordem 4. A variância residual foi considerada constante ao longo da lactação. As estimativas de herdabilidade para as medidas de persistência variaram de 0,0496 a 0,1977, as estimativas de correlações genéticas entre as medidas de persistência e a produção de leite em até 305 dias variaram de -0,0507 a

0,0717. A eficiência relativa da seleção para as medidas de persistência apresentou melhor resultado para a terceira medida de persistência. Entre as medidas de persistência na lactação avaliadas neste estudo, recomenda-se a utilização da P3 para a seleção de bovinos de leite para maior persistência na lactação. A variância genética da produção de leite no dia do controle apresentou maiores valores no final da curva de lactação(3,14), aumentando a partir do sétimo controle, apresentando a maior estimativa no final da lactação. A variância permanente de ambiente para produção de leite no dia do controle foi maior no início e final da lactação, iniciando com 10,35, decrescendo até 7,73, e finalizando com 9,10, mostrando uma maior expressão dos fatores ambientais no início e final da lactação. As estimativas de herdabilidade para produção de leite no dia do controle foram aumentando gradativamente ao longo da curva de lactação, apresentando maior estimativa no final da curva. As correlações genéticas foram maiores entre controles próximos, quanto maior a proximidade entre os controles, maior a correlação genética entre eles. As correlações permanentes de ambiente seguiram a mesma tendência que as correlações genéticas, variando de 0,38 a 0,99. As menores correlações genéticas entre os controles foram observadas no início e no final da curva de lactação.

ABSTRACT

STUDY OF THE PERSISTENCE OF THE LACTATION IN HOLSTEIN COWS USING A RANDOM REGRESSION MODEL

A total of 21,702 test day milk yield records had been used of 2,429 first parity Holstein cows from 1991 and 2003, distributed in 33 herds of the state of Rio Grande do Sul, with the objective to estimate genetic parameters for persistence of lactation and milk production in the day of the control, to evaluate the relative efficiency of the selection for persistency in the lactation, and to estimate components of variance for test day milk yields. Three measurements had been analyzed of persistence in the lactation using the genetic values of the animals, gotten for the model of random regression adjusted by Legendre orthogonal polynomial of order 4. The residual variance was considered constant along the lactation. The estimates of heritability for the measures of persistence had varied from 0,0496 to 0,1977, the estimates of genetic correlations between the measures of persistence and the milk 305 day milk yields had varied from -0,0507 to 0,0717. The relative efficiency of the election for the measures of persistence presented better results for the third methodology of evaluation of the persistence. Among the measurements of persistency in the lactation evaluated in this study, we recommend the use of the P3 for the election of dairy cattle for bigger persistence in the lactation. The genetic variance of the milk production in the day of the control presented greater values in the end of the lactation curve, increasing from the seventh control, presenting the greater estimative in the end of the lactation. The permanent variance of environment for milk production in the day of the control was bigger in the beginning and end of the lactation, initiating with 10,35, decreasing to 7,73, and finishing with 9,10, showing a bigger expression of the ambient

factors in the beginning and end of the lactation. The estimates of herdability for milk production in the day of the control had been increasing gradual along the lactation curve, presenting the bigger estimate in the end of the curve. The genetic correlations had varied from 0,33 to 0,99. The genetic correlations had been bigger between close controls, as the proximity between the controls was bigger, greater the genetic correlation between them. The permanent environment correlations had followed the same trend that the genetic correlations, varying from 0,38 to 0,99. The smaller genetic correlations between the controls had been observed in the beginning and the end of the lactation curve. These facts suggest that the productions in the day of the control of the intermediate phase of the lactation curve can be used in the selection of dairy cattle.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
ARTIGO 01.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
ARTIGO 02.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 01

Tabela 1 - Estimativas de (co)variância genética (\hat{G}) e de ambiente permanente (\hat{P}) para os coeficientes de regressão aleatória, obtidas pelo modelo de regressão aleatória.....17

Tabela 2 - Estimativas de herdabilidade (diagonal principal) correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações de ambiente permanente (abaixo da diagonal) entre as medidas de persistência.....19

ARTIGO 02

Tabela 1 - Número de registros por controle, média da produção de leite, e dias em lactação de vacas da raça Holandesa.....40

Tabela 2 - Estimativas dos componentes de variância genética aditiva, variância de ambiente permanente, herdabilidade para as produções de leite no dia do controle da primeira lactação de vacas da raça Holandesa.....41

Tabela 3 - Estimativas de correlações genéticas (acima da diagonal), correlações permanente de ambiente (abaixo da diagonal) entre as produções de leite nos dias do controle.....45

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 02

- Figura 1** - Médias observadas para a produção no dia do controle.....41
- Figura 2** - Variância genética para os diferentes períodos da lactação....43
- Figura 3** - Variância de ambiente permanente para os diferentes períodos da lactação.....43
- Figura 4** - Estimativas de herdabilidade para produção de leite nos diferentes controles da lactação.....44
- Figura 5** – Correlações genéticas entre os controles leiteiros C1, C5 e C9 e demais períodos da lactação.....42

INTRODUÇÃO GERAL

A curva de lactação demonstra graficamente a produção diária, semanal ou mensal de leite produzido e uma de suas utilidades é estimar as produções totais de lactações ainda não completas. O pico de produção é utilizado como uma das características essenciais para análise da curva de lactação, conforme proposto por SANDERS (1930), pois esta produção determina o potencial produtivo do animal durante toda a lactação.

O estudo da curva de lactação pode contribuir para o melhor entendimento do sistema de produção, pois o conhecimento desta e suas implicações sobre a produção de leite pode auxiliar o produtor na previsão da produção de suas vacas em determinado estágio da lactação, e também, na tomada de decisões quanto ao descarte ou manejo dos animais.

A curva de lactação pode ser dividida em três fases: a primeira fase que é ascendente e ocorre entre o parto e o pico da lactação, a segunda fase, que é relativamente constante e ocorre ao redor do pico da lactação e a terceira fase, que é descendente e vai do pico da lactação até o término desta, conhecida como persistência.

O estudo da curva de lactação também possibilita a identificação de possíveis falhas de manejo em um determinado rebanho, como alimentação deficiente, instalações inadequadas, patologias não aparentes, entre outras. Permite também que seja acompanhada a evolução da produção leiteira dos animais, com o conhecimento de suas variações ao longo de uma lactação, avaliando um animal ou um grupo deles, estimando sua produção de leite parcial ou total. Além disso, com a elaboração de curvas de lactação, pode-se prever os animais potencialmente mais produtivos de um rebanho, facilitando a tomada de decisões sobre o descarte dos animais de baixa produção.

A persistência na lactação mede o quanto a produção de leite é mantida em um ponto máximo ao longo da lactação, após esta atingir a produção máxima. A persistência é uma característica que está diretamente relacionada com aspectos econômicos da atividade leiteira, pois a melhoria desta persistência pode contribuir para a redução de custos no sistema de produção (TEKERLI *et al.*, 2000 e JAKOBSEN *et al.*, 2002).

Os modelos de regressão aleatória (MRA) têm sido propostos como uma alternativa para modelar características como produção de leite ou crescimento, características que se repetem na vida do animal, denominadas características repetidas ou dados longitudinais (SCHAEFFER & DEKKERS, 1994). Os modelos de regressão aleatória permitem a predição de valores genéticos para a curva de lactação como um todo, para qualquer ponto desejado na escala de tempo utilizada e para funções da curva (DEKKERS *et al.*, 1998).

Na bibliografia são encontradas diversas definições e também diversas maneiras de mensurar a persistência da lactação, vários autores (LUDWICK e PETERSEN, 1943; WOOD, 1967; SÖLKNER e FUCHS, 1987; JAMROZIK *et al.*, 1997; GROSSMAN *et al.*, 1999; JAKOBSEN *et al.*, 2002) têm trabalhado na tentativa de encontrar a melhor maneira de expressar a curva de lactação em um único termo.

A utilização da produção de leite no dia do controle, sob o modelo de regressão aleatória, pode levar, a uma estimativa mais acurada dos efeitos genéticos e de ambiente permanente que atuam sobre a persistência na lactação (DEKKERS *et al.*, 1998).

O estudo da persistência da lactação, bem como a utilização de modelos de regressão aleatória, são temas que requerem ainda muita pesquisa, visto que, existem poucos estudos sobre estes assuntos. De acordo com GROSSMAN *et al.* (1999), as definições de persistência são inconsistentes; conseqüentemente, as mensurações de persistência na lactação, baseadas em tais definições, são também inconsistentes.

Visando contribuir com as pesquisas sobre o estudo da persistência na lactação, este trabalho tem como objetivos avaliar diferentes medidas de persistência na lactação utilizando modelos de regressão aleatória, bem como estimar parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle e para as diferentes medidas de persistência.

ARTIGO 1

**“Estudo da Persistência da Lactação em Vacas da Raça
Holandesa Utilizando um Modelo de Regressão Aleatória ”**

Estudo da Persistência da Lactação em Vacas da Raça Holandesa Utilizando um Modelo de Regressão Aleatória

RESUMO

Com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para persistência na lactação de vacas da raça Holandesa, avaliar a eficiência relativa da seleção para persistência na lactação foram estudados 21.702 registros de produção de leite no dia do controle de 2.429 vacas de primeira lactação, filhas de 2.031 mães e 233 touros, com partos ente 1991 e 2003, distribuídos em 33 rebanhos do estado do Rio Grande do Sul. Foi utilizado modelo de regressão aleatória ajustada por polinômios ortogonais de Legendre de ordem 4. Foram analisadas três medidas de persistência na lactação utilizando-se os valores genéticos dos animais. As estimativas de herdabilidade para as medidas de persistência variaram de 0,0496 a 0,1977, as estimativas de correlações genéticas entre as medidas de persistência e a produção de leite em até 305 dias variaram de -0,0507 a 0,0717. A eficiência relativa da seleção para as medidas de persistência apresentou melhor resultado para a terceira metodologia de avaliação da persistência. Entre as medidas de persistência na lactação avaliadas neste estudo, recomenda-se a utilização da P3 para a seleção de bovinos de leite para maior persistência na lactação.

Palavras-chave: Polinômios de Legendre, correlação genética, herdabilidade, eficiência relativa de seleção, primeira lactação, produção de leite no dia do controle.

Study of the Persistence of the Lactation in Holstein cows using a Random Regression Model

ABSTRACT

A total of 21,702 test day milk yield had been used of 2.429 first parity Holstein cows from 1991 and 2003, distributed in 33 herds of the state of Rio Grande Do Sul, with the objective to estimate genetic parameters for persistence in the lactation and to evaluate the relative efficiency of the selection for persistence in the lactation. Three measurements had been analyzed of persistence in the lactation using the genetic values of the animals, gotten for the RRM adjusted by Legendre orthogonal polynomial of order 4. The residual variance was considered constant along the lactation. The estimates of heritability for the measures of persistence had varied from 0,0496 to 0,1977, the estimates of genetic correlations between the measures of persistence and the milk production in up to 305 days had varied from -0,0507 to 0,0717. The relative efficiency of the selection for the measures of persistence presented better results for the third methodology of evaluation of the persistence. Among the measurements of persistence in the lactation evaluated in this study, we recommend the use of the P3 for the election of dairy cattle for bigger persistence in the lactation.

Palavras-chave: Legendre polynomial, genetic correlations, heritability, relative efficiency of the selection, first parity, test day milk yields.

INTRODUÇÃO

A persistência da lactação foi definida na terceira década do século passado (GAINES, 1927); logo após, tanto a persistência quanto o pico de lactação foram relatados como as principais características para se descrever a curva de lactação (SANDERS, 1930).

A persistência na lactação é definida como a capacidade da vaca em manter sua produção de leite após atingir sua produção máxima na lactação. Existem na literatura inúmeras definições para persistência na lactação, entre elas a taxa em que a produção de leite diminui a partir da produção máxima (SANDERS, 1930); o grau em que a produção de leite, na fase inicial da lactação, é mantida (MAHADEVAN, 1951); a habilidade da vaca em manter alta produção de leite até o final da lactação (CUPPS, 1966); a extensão na qual o pico de produção é mantido (WOOD, 1967); a medida da uniformidade de produção de uma vaca durante toda a lactação (JOHANSON e RENDEL, 1968); a habilidade da vaca em manter a produção de leite ao longo de uma lactação (MOLENTO, 1996); e a habilidade de manter mais ou menos constante a produção de leite durante a lactação (GENGLER, 1996).

Segundo WOOD (1980), o conhecimento da curva de lactação é necessário para determinar o manejo nutricional e reprodutivo de animais em lactação, estimação da produção total, do pico de produção e da persistência na lactação. Diante deste contexto, é importante estabelecer parâmetros para as curvas de lactação que melhor se ajustem à produção de leite, observando as diferenças entre raças e rebanhos, bem como os efeitos do ambiente nesses parâmetros.

Conforme LUDWICK e PETERSEN (1943), a produção total de leite é função da persistência na lactação, do pico de produção de leite e da duração da lactação. A persistência é o principal componente da curva de lactação (WOOD, 1967).

A persistência na lactação está diretamente relacionada com aspectos econômicos da atividade leiteira e a melhoria desta pode contribuir para a redução de custos no sistema de produção (TEKERLI et al., 2000; JAKOBSEN et al. 2002. GENGLER (1996) cita como mais persistente a vaca que, comparada com outra de produção equivalente, possui pico mais baixo e, por conseguinte, uma curva de lactação mais achatada. Este fato resulta na distribuição mais equilibrada da produção de leite no decorrer da lactação.

Ao avaliarem os aspectos econômicos relacionados com a persistência na lactação, DEKKERS et al. (1996,1998) relataram que o valor econômico dessa característica é influenciado pelos custos com alimentação, saúde e reprodução animal, assim como, pelo retorno econômico obtido pela produção adicional de leite, devido à melhoria do nível de persistência na lactação dos animais.

Os modelos de regressão aleatória (MRA) têm sido propostos como uma alternativa para modelar características como produção de leite ou crescimento, características que se repetem na vida do animal, denominadas características repetidas ou dados longitudinais (SCHAEFFER & DEKKERS, 1994). Os modelos de regressão aleatória permitem a predição de valores genéticos para a curva de lactação como um todo, para qualquer ponto desejado na escala de tempo utilizada e para funções da curva. Também não há necessidade de se criar classes de desempenho arbitrárias ou de utilizar fatores de ajustes para uma determinada idade (dias em lactação) uma vez que está incluída na matriz de delineamento. Além disso, permitem uma melhor utilização dos dados, já que todas as medidas do animal e de seus parentes são utilizadas para avaliação do mesmo, com potencial aumento da acurácia de seleção.

A habilidade dos modelos de regressão aleatória em modelar as curvas de lactação para cada animal tem feito com que esses modelos sejam os mais usados em características de produção, além de permitirem avaliação mais precisa dos efeitos ambientais que atuam

nessas características (STRABEL e JAMROZIK, 2002). A utilização dos modelos de regressão aleatória tanto melhora a acurácia das avaliações genéticas como fornece um ótimo mecanismo para avaliação da persistência na lactação, pois, por meio dessa metodologia, pode-se prever o valor genético dos animais, em diferentes períodos da lactação (LIN e TOGASHI, 2002).

Os objetivos do presente estudo foram avaliar três medidas de persistência da lactação através da utilização de modelo de regressão aleatória, e também estimar parâmetros genéticos para a persistência.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem e Consistência dos Dados

Os dados utilizados no presente estudo são provenientes dos arquivos do Serviço de controle Leiteiro da Associação de Criadores de Gado Holandês do Rio Grande do Sul (ACGHRS), com sede em Porto Alegre, RS.

O arquivo original continha 148.420 registros de produção de leite no dia do controle, coletados mensalmente pela ACGHRS entre os anos de 1978 e 2003, em 33 rebanhos distribuídos em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul. Este arquivo era composto da identificação dos animais, do pai e da mãe; das datas de nascimentos, de partos e dos controles mensais; da ordem do parto, e dos controles; das produções parciais e aos 305 dias de lactação; do número do rebanho e do núcleo, entre outras variáveis que não foram utilizadas neste estudo.

Para aumentar a consistência foram eliminadas as informações oriundas de animais com idade inferior a 20 e superior a 48 meses de idade ao parto; registros de produção diária inferiores a 6 e superiores a 37 Kg; vacas filhas de reprodutores que não tivessem no mínimo uma filha em dois rebanhos; vacas que não tivessem no mínimo 6 controles por lactação; animais que não fossem puros de origem (PO) e foram somente considerados os controles leiteiros feitos entre o 6° e o 305° dia de lactação após a data do parto.

Após a edição dos dados restaram 21.702 registros de produção de leite no dia do controle de 2.429 vacas da raça Holandesa de primeira lactação, filhas de 2.031 mães e 233 touros.

Modelo

O modelo de regressão aleatória, utilizado para ajuste da produção de leite com os polinômios de Legendre foi o seguinte:

$$y_{ijkl} = \text{RAM}_i + \text{IVP}_k + \sum_{m=0}^{p-1} \beta_{km} + \sum_{m=0}^{p-1} a_{jm} + \sum_{m=0}^{p-1} p_{jm} + e_{ijkl}$$

em que: y_{ijkl} = é o controle l da vaca j , no dia da lactação (t), dentro das classes i (rebanho-ano-mês do controle) e k (idade da vaca ao parto); RAM_i = efeito fixo do rebanho – ano – mês do controle;

IVP = idade da vaca ao parto; β_{km} = vetor dos coeficientes de regressão fixos da produção de leite no dia do controle em função de t , o qual descreve a forma da curva de lactação fixa, associados aos coeficientes específicos de cada função polinomial ($m=0, p-1$ para p igual a 4); a_{jm} e p_{jm} = vetores dos coeficientes de regressão aleatória que descrevem respectivamente, os efeitos genéticos e de ambiente permanente, associados aos coeficientes específicos de cada função polinomial ($m=0, p-1$ para p indicando a ordem do polinômio); e_{ijk} = erro aleatório associado a y_{ijkl} .

Os valores do intervalo de 6 a 305 dias (Dias em Lactação, (DIM)) foram padronizados e normalizados entre -1 e +1 representando o intervalo de 6 a 305 dias de lactação.

Estimativa dos Parâmetros Genéticos

A utilização do modelo de regressão aleatória prediz a matriz de variâncias e covariâncias dos coeficientes de regressão aleatória. Estes coeficientes são utilizados na estimação dos componentes de (co)variância. Desta maneira, as variâncias genéticas e de ambiente

permanente são obtidas por meio destas matrizes e do vetor que contém covariáveis específicas (Z).

As estimativas de variâncias genéticas $\hat{\sigma}_a^2$ e de ambiente permanente $\hat{\sigma}_{ap}^2$ para persistência e produção de leite em até 305 dias são dados por:

$$\hat{\sigma}_{a(tt)}^2 = Z_t' \hat{G} Z_t$$

$$\hat{\sigma}_{ap(tt)}^2 = Z_t' \hat{P} Z_t$$

em que \hat{G} e \hat{P} são, respectivamente, matrizes de variâncias e covariâncias genética e de ambiente permanente entre os coeficientes de regressão aleatória, Z_t vetor de covariáveis.

As estimativas de covariância genética e de ambiente permanente, entre dois controles, em um período t qualquer da lactação são dadas por:

$$\hat{\sigma}_{a(t't)}^2 = Z_t' \hat{G} Z_{t'}$$

$$\hat{\sigma}_{ap(t't)}^2 = Z_t' \hat{P} Z_{t'}$$

em que \hat{G} , \hat{P} e Z_t como descritos anteriormente e $Z_{t'}$ transposto de Z_t , para $t' \neq t$.

As matrizes de (co)variância para os efeitos aleatórios foram estimados utilizando-se o programa DxMRR (MEYER, 1998) sob o sistema operacional LINUX. O critério de convergência foi de 1×10^{-9} .

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para as medidas de persistência na lactação (PSI) e para produção total de leite até 305 dias (P305) de lactação foram obtidas da seguinte maneira:

$$\hat{h}^2_{(PSi)} = \frac{\hat{\sigma}_a^2(i)}{\hat{\sigma}_a^2(i) + \hat{\sigma}_{ep}^2(i) + (C_i * \hat{\sigma}_e^2)}$$

$$\hat{h}^2_{(P305)} = \frac{\hat{\sigma}_a^2(P300)}{\hat{\sigma}_a^2(P305) + \hat{\sigma}_{ep}^2(300) + (300 * \hat{\sigma}_e^2)}$$

em que: $i = PS1, PS2$ e $PS3$, e C_i é uma constante dada pelos valores 220, 2 e 200 respectivamente pela i -ésima mensuração de persistência na lactação $PS1, PS2$ e $PS3$.

Valores Genéticos

O valor genético aditivo esperado para produção de leite de um animal j em um período t da lactação é dado por:

$$Vg_{tj} = Z'_t \hat{a}_j$$

Onde: Z = vetor de covariâncias para a amplitude em que o polinômio é definido $[-1$ a $+1]$ e \hat{a}_j = vetor das soluções genéticas para o animal j ;

Persistência na Lactação

Na literatura encontram-se quatro métodos de mensuração da persistência na lactação: 1) baseado em razões entre produção de leite em diferentes fases da lactação; 2) baseado na variação da produção de

leite, ao longo da lactação; 3) baseado em parâmetros de modelos matemáticos; e 4) baseado nos valores genéticos obtidos por meio de coeficientes aleatórios dos modelos de regressão aleatória (COBUCCI et al., 2004).

As equações utilizadas, neste estudo, para a predição dos valores genéticos dos animais para as três medidas de persistência na lactação são as seguintes:

$$PS1 = \sum_{t=60}^{279} (Vg_t - Vg_{280})$$

A primeira medida de persistência na lactação, PS1, é obtida pelo somatório das contribuições de cada dia de produção de leite no período de 60° a 279° dia de lactação, como desvios da produção adicional aos 280 dias de lactação (JAKOBSEN et al., 2002), onde Vg é o valor genético do animal em cada dia de lactação (t).

A segunda medida de persistência, OS2, é dada pela diferença entre os valores genéticos preditos para produção de leite aos 290° e 90° dia de lactação (COBUCCI et al., 2004).

$$PS2 = (Vg_{290} - Vg_{90})$$

A terceira medida de persistência, OS3, é obtida pelo somatório dos valores genéticos do 100° ao 300° dia, como desvios da produção adicional aos 100 dias de lactação (PÖSÖ, 2003).

$$PS3 = \left(\sum_{t=101}^{300} Vg_t - Vg_{100} \right)$$

A equação para P305 é dada por:

$$P_{305} = \left(\sum_{T=6}^{305} Vg_t \right)$$

Eficiência Relativa de Seleção (ERS)

A Eficiência Relativa da Seleção (ERS) para as mensurações de persistência foi calculada com base na fórmula de Falconer para ERS para produção no dia do controle, onde: \hat{r}_a é a correlação genética entre a produção no dia do controle (PDC) e aos 305 dias de lactação (P305) e \hat{h}_{PDC}^2 \hat{h}_{P305}^2 são respectivamente a herdabilidade para PDC e para P305.

Para o cálculo da ERS das medidas de persistência a fórmula anteriormente descrito foi adaptada, ficando como a seguir descrita:

$$ERS = \frac{\hat{r}_a \sqrt{\hat{h}_{PS}^2}}{\sqrt{\hat{h}_{P305}^2}}$$

Onde, \hat{r}_a é a correlação genética entre a medida de persistência e P305, e \hat{h}_{PS}^2 \hat{h}_{P305}^2 são respectivamente a herdabilidade para a medida de persistência e para P305.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As matrizes de (co)variâncias dos coeficientes de regressão aleatória para os efeitos genético de animal e de ambiente permanente, estimados pelo modelo de regressão aleatória, estão apresentadas na Tabela 1. Assumiu-se variância residual constante ou homogênea ao longo do período de lactação (3,88 Kg²).

Tabela 1 – Estimativas de (co)variância genética (\hat{G}) e de ambiente permanente (\hat{P}) para os coeficientes de regressão aleatória, obtidas pelo modelo de regressão aleatória.

$$\hat{G} = \begin{bmatrix} \hat{g}_{11} & \hat{g}_{12} & \hat{g}_{13} & \hat{g}_{14} \\ \hat{g}_{21} & \hat{g}_{22} & \hat{g}_{23} & \hat{g}_{24} \\ \hat{g}_{31} & \hat{g}_{32} & \hat{g}_{33} & \hat{g}_{34} \\ \hat{g}_{41} & \hat{g}_{42} & \hat{g}_{43} & \hat{g}_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4,23 & 0,31 & -0,22 & 0,15 \\ 0,31 & 0,81 & -0,13 & -0,63 \times 10^{-1} \\ -0,22 & -0,13 & 0,29 \times 10^{-1} & 0,89 \times 10^{-3} \\ 0,15 & -0,63 \times 10^{-3} & 0,89 \times 10^{-3} & 0,10 \end{bmatrix}$$

$$\hat{P} = \begin{bmatrix} \hat{p}_{11} & \hat{p}_{12} & \hat{p}_{13} & \hat{p}_{14} \\ \hat{p}_{21} & \hat{p}_{22} & \hat{p}_{23} & \hat{p}_{24} \\ \hat{p}_{31} & \hat{p}_{32} & \hat{p}_{33} & \hat{p}_{34} \\ \hat{p}_{41} & \hat{p}_{42} & \hat{p}_{43} & \hat{p}_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12,64 & -0,55 & -0,77 & 0,13 \\ -0,55 & 2,62 & -0,11 & -0,26 \\ -0,77 & -0,11 & 1,48 & -0,14 \\ 0,13 & -0,26 & -0,14 & 0,63 \end{bmatrix}$$

Os índices 1, 2, 3 e 4 referem-se aos coeficientes de regressão aleatória dos polinômios de Legendre.

As estimativas de herdabilidade para as medidas de persistência na lactação, as correlações genéticas e de ambiente permanentes entre as medidas de persistência e a produção de leite até 305 dias, encontram-se na Tabela 2. Na literatura são encontradas diferentes metodologias utilizadas para descrever a persistência na lactação, e portanto, encontramos diferentes estimativas de herdabilidade para essas medidas de persistência. Sendo assim, os valores de herdabilidade e de correlações genéticas e de ambiente permanente dependem da metodologia utilizada na descrição da persistência.

Os valores de herdabilidade para as medidas de persistência variaram de 0,0496 a 0,1977. Entre as três medidas de persistência avaliadas, a PS3 apresentou o maior valor de estimativa de herdabilidade, com valor igual a 0,1977. Menores valores de herdabilidade foram relatados por GENGLER (1996), GENGLER et al. (1999), e HAILE-MARIAM et. al. (2003), com 0,14 0,05 e 0,09 respectivamente. JAKOBSEN et. al. (2002) relatam valores de herdabilidade entre 0,09 e 0,24, enquanto VAN DER LINDE et al. (2000) relataram estimativas entre 0,14 e 0,16, e REKAYA et al. (2001) encontraram 0,17. Esses valores assemelham-se aos encontrados neste estudo. Maiores estimativas de herdabilidade foram relatados por COBUCCI et al. (2004), que encontraram valores entre 0,11 e 0,27, valores estes que concordam com os encontrados por JAMROZIK et al. (1998,2000).

Tabela 2 – Estimativas de herdabilidade (diagonal principal) correlações genéticas (acima da diagonal) e correlações de ambiente permanente (abaixo da diagonal) entre as medidas de persistência e produção de leite em até 305 dias

	PS1	PS2	PS3	P305
PS1	0,0496	-0,9845	-0,8674	-0,0507
PS2	-0,9687	0,0854	0,9405	0,0717
PS3	-0,7079	-0,9687	0,1977	0,0479
P305	0,1968	-0,1831	-0,1279	0,2503

A herdabilidade para produção de leite em até 305 dias foi de 0,2503. Este resultado coincide com o encontrado por FERREIRA (1999), que encontrou herdabilidade de 0,25 para essa característica utilizando modelo de características múltiplas em animais da vaca Holandesa no estado de Minas Gerais. Estimativa de herdabilidade semelhante foi relatada por MELO et al. (2005), que encontraram herdabilidade de 0,27. COSTA et al. (2005) encontraram herdabilidade de 0,22 para produção em até 305 dias, trabalhando no Brasil com animais da raça Gir. Maiores estimativas de herdabilidade para essa característica foram relatadas por JAMROZIK & SCHAEFFER (1997), JAKOBSEN et al. (2002) e COBUCI et al. (2004) que obtiveram herdabilidades de 0,32, 0,42 e 0,35 respectivamente, utilizando animais da raça Holandesa e modelos de regressão aleatória.

Pode-se observar que as correlações entre as medidas de persistência apresentaram valores altos e negativos, sendo a correlação genética de menor valor entre PS1 e PS3 com -0,86, e o menor valor de

correlação de ambiente permanente também entre essas medidas de -0,70.

A correlação genética entre PS1 e PS2 (-0,98), e entre PS1 e PS3 (-0,86) indicam que o aumento da produção no período que compreende a fase intermediária da curva até o final desta, tornaria a curva mais achatada, tornando a lactação mais constante. Similarmente, a alta correlação entre PS2 e PS3 (0,94) mostra que maiores valores para essas características resultariam em curvas de lactação com menores taxas de declínio.

O resultado encontrado para correlação genética entre PS1 e PS2 foi de -0,98, esse resultado concorda com o relatado por COBUCCI *et al.* (2004), os quais encontraram correlação genética de -0,99 entre essas mesmas medidas de persistência.

As correlações genéticas entre as medidas de persistência e a produção de leite em até 305 dias apresentaram valores baixos, entre -0,05 e 0,07, o que é ideal. Segundo JAKOBSEN *et al.* (2002) é desejável que a mensuração da persistência na lactação, apresente valor econômico expressivo; elevada variância genética; alta herdabilidade e baixa correlação com a produção total de leite aos 305 dias.

Espera-se que as mensurações de persistência na lactação sejam pouco correlacionadas com a produção total de leite, pois, do contrário, não se justificaria a realização de estudos que visem à seleção de animais para a persistência na lactação; bastaria, portanto, selecioná-los para produção total de leite e, conseqüentemente, obter-se-ia melhoria no nível de persistência na lactação dos animais (COBUCCI *et al.*, 2003).

Van Der Linde *et al.* (2000), encontraram valor de 0,25, para a correlação genética entre persistência na lactação e produção de leite. Segundo o autor o valor obtido indica que não há relacionamento entre nível de produção e persistência na lactação. Vacas com mesmo nível de produção de leite apresentam diferentes níveis de persistência na lactação (Gengler; 1996; Jamrozik *et al.*, 1998).

A persistência na lactação é uma característica de importância econômica, e também de grande importância na produção de leite. As vacas com maior persistência ingerem menos alimento para produzir a mesma quantidade de leite produzido por uma vaca com menor persistência, sendo assim mais facilmente alimentadas de acordo com seus requerimentos visto que suas curvas de lactação são diretamente relacionadas com sua capacidade de ingestão de alimentos (SHAHRBABA, 1997).

Pode-se dizer que uma maneira de produzir leite a custos menores é por meio da melhoria do nível de persistência na lactação das vacas, pois podem ser obtidos ganhos econômicos adicionais por meio do diferencial na produção de leite e vida útil desses animais, da diminuição dos gastos com alimentação e tratamento de doenças, e da melhoria da eficiência reprodutiva dos animais (COBUCI et al., 2003).

Os valores obtidos para as eficiências relativas de seleção para as medidas de persistência foram -0,0225 para PS1, 0,04188 para PS2 e 0,04257 para PS3. Os valores apresentados são todos pequenos e próximos de zero, indicando que a seleção para P305 não leva a melhoria da PSI.

CONCLUSÕES

Avaliando os parâmetros analisados para todas as medidas de persistência, observa-se que a mensuração P3 apresentou a maior estimativa de herdabilidade e pouca correlação com a produção de leite em até 305 dias, e a maior eficiência relativa de seleção. Portanto, entre as mensurações de persistência avaliadas neste estudo, recomenda-se a utilização da P3 para a seleção de bovinos de leite para maior persistência na lactação.

A persistência possui herdabilidade classificada de baixa a moderada, entretanto, os parâmetros genéticos são dependentes de como as medidas de persistência são definidas. As medidas de persistência e a produção de leite em até 305 dias são características pouco associadas, do ponto de vista genético.

Os resultados da eficiência relativa de seleção para P305 visando a melhoria do nível de persistência dos animais, não seria eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COBUCCI, J. A.; EUCLYDES, R.F.; PEREIRA, C. S.; et al. 2003. Persistência na lactação – uma revisão. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 11(3): 163-173

COBUCCI, J.A.; EUCLYDES, R.F.; COSTA, C.N.; et al. 2004. Análises da Persistência na Lactação de Vacas da Raça Holandesa, Usando Produção no Dia do Controle e Modelo de Regressão Aleatória. *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.546-554, 2004

COSTA, C.N.; MELO, C.M.R.; MACHADO, C.H.C., et al. 2005. Parâmetros Genéticos para a Produção de Leite de Controles Individuais de Vacas da Raça Gir Estimados com Modelos de Repetibilidade e Regressão Aleatória. Parâmetros Genéticos para a Produção de Leite de Controles *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.5, p.1520-1531, 2005

CUPPS, P.T. 1966. Breeds of dairy cattle. 2nd. ed., Ed. W.H. *Freeman & Co.*, San Francisco, CA.

DEKKERS, J.C.M., JAMROZIK, J., TEN HAG, J.H., et al. 1996. Genetic and economic evaluation of persistency in dairy cattle. Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. *Interbull Bull.* 12:97-102.

DEKKERS, J.C.M., TEM HAG, J.H., WEERSINK, A. 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 53:237-252.

FERREIRA, W.J. 1999. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa. Viçosa, 103 p. Dissertação (M.S.) Universidade Federal de Viçosa.

FREITAS, M.A.R.; EL FARO, L.; GADINI, C.H. 1997. Estudo da persistência na lactação de vacas da raça Holandesa. **Anais** da XXXIV Reunião da SBZ - 28 de Julho a 1o de Agosto de 1997 - Juiz de Fora - MG

GENGLER, N. 1996. Persistency of lactation yields: A review. Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. **Interbull Bull.** 12:97-102.

GENGLER, N., TIJANI, A., WIGGANS, G.R. et al. 1999. Estimation of (co)variance functions of test day yields in first and later lactation of United States Holstein cows. Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. **Interbull Bull.** 22:69-73.

HAILE-MARIAM ,M.; Bowman, P.J.; Goddard, M.E 2003. Genetic and environmental relationship among calving interval, survival, persistency of milk yield and somatic cell count in dairy cattle. **Livestock Production Science** 80: 189–200

JAKOBSEN, J.H., MADSEN, P., JENSEN, J. et al. 2002. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein estimated in random regression models using REML. **J. Dairy. Sci.**, 85(6):1607-1616.

JAMROZIK, J., SCHAEFFER. L. R. 1997. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regression for yield traits of first lactation Holstein. **J. Dairy Sci.**, 80(4):762-770

JAMROZIK, J., JANSEN, G., SCHAEFFER, L.R. et al. 1998. Analysis of persistency of lactation calculates from a random regression test day model. Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. *Interbull Bull.* 17:64-69.

JAMROZIK, J., SCHAEFFER, R.L., JANSEN, G.B. 2000. Approximate accuracies of prediction from random regression models. *Livest. Prod. Sci.*, 66:85-92.

LIN, C.Y., TOGASHI, K. 2002. Simultaneous improvement of lactation milk and persistency. In: *Proceedings 7th world congress genetic applied livestock production*. Montpellier, France, Communication. 09-39, (CD-ROM).

LUDWICK, T.M., PETERSEN, W.E. 1943. A measure of persistency of lactation of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 26:439-445.

MADSEN, O. 1975. A comparison of some suggested measures of persistency of milk yield in dairy cows. *Anim. Prod.* 20:191-197.

MAHADEVAN, P. 1951. The effect of the environment and heredity on lactation. II. Persistency of lactation. *J. Agric. Sci.* 41:89-93.

MEYER, K. "DXMRR" - A program to estimate covariance functions for longitudinal data by Restricted Maximum Likelihood In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale, Australia, *Proceedings...* Armidale: University of New England, 1998. v.27, p.465-466.

MELO, C.M.R.; PACKER, I.U.; COSTA, C.N. et al. 2005. Parâmetros Genéticos para as Produções de Leite no Dia do Controle e da Primeira Lactação de Vacas da Raça Holandesa. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.3, p.796-806, 2005

REKAYA, R., WEIGEL, K.A., GIANOLA, D. 2001. Hierarchical nonlinear model for persistency of milk yield in the first three lactation of Holsteins. *Livest. Prod. Sci.*, 68:181-187.

SANDERS, H.G. The analysis of the lactation curve into maximum yield and persistency. *J Agric Sci Camb*, v.20, p.145-185, 1930.

SCHAEFFER, L. R., DEKKERS, J. C. M. 1994. Random regression in animal models for test day production in dairy cattle. In: *Proceedings 5th world congress genetic applied livestock production*. Guelph, ON, Canada, p.443- 446.

SHAHRBABA, M.M. Feasibility of random regression models for Iranian Holstein test day records. Thesis (PhD) – University of Guelph, Guelph, Canada. 1997. 138p.

STRABEL, T., JAMROZIK, J. 2002. The effect of incorrect estimated variance covariance components on genetic evaluation of dairy cattle with random regression models. In: *Proceedings 7th world congress genetic applied livestock production*. Montpellier, France, Communication. 01-09, (CD-ROM).

TEKERLI, M., AKINCI, Z., DOGAN, I. et al. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. *J. Dairy Sci.*, 83(6):1381-1386.

VAN DER LINDE, R. GROEN, A., JONG, G. 2000. Estimation of genetic parameters for persistency of milk production in dairy cattle. Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of functional Traits in Cattle. *Interbull Bull.* 25:113-116.

WOOD, P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, v. 216, p. 164-165, 1967.

WOOD, P.D.P. Breed variation in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency. *Journal of Animal Production*, v.34, p.133-141, 1980.

ARTIGO 2

“Estimação de Parâmetros Genéticos Para Produção de Leite no Dia do Controle de Vacas Holandesas no Estado do Rio Grande do Sul”

Estimação de Parâmetros Genéticos Para Produção de Leite no Dia do Controle de Vacas Holandesas no Estado do Rio Grande do Sul

RESUMO

Com o objetivo de estimar parâmetros genéticos e componentes de variância para produção de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa foram estudados 21.702 registros de produção de leite no dia do controle de 2.429 vacas de primeira lactação, filhas de 2.031 mães e 233 touros, com partos ente 1991 e 2003, distribuídos em 33 rebanhos do estado do Rio Grande do Sul. Foi utilizado modelo de regressão aleatória ajustada por polinômios ortogonais de Legendre de ordem 4. A variância genética da produção de leite no dia do controle apresentou valores constantes até o quinto controle, e crescentes daí até o final da lactação. As estimativas de herdabilidade foram aumentando gradativamente ao longo da curva de lactação, apresentando maior estimativa no final da curva (0,20). As correlações genéticas variaram de 0,33 a 0,99, e foram maiores entre controles próximos, quanto maior a proximidade entre os controles, maior a correlação genética entre eles. As correlações permanentes de ambiente seguiram a mesma tendência que as correlações genéticas.

Palavras-chave: regressão aleatória, polinômios de Legendre, produção de leite no dia do controle, correlação genética, herdabilidade, primeira lactação.

Test Day Milk Yields in Holstein Cows Using a Random Regression Model

ABSTRACT

A total of 21,702 test day milk yield records had been used of 2,429 first parity Holstein cows from 1991 and 2003, distributed in 33 herds of the state of Rio Grande Do Sul, with the objective to estimate genetic parameters milk production in the day of the control. The genetic variance of the milk production in the day of the control presented greater values in the end of the lactation curve, increasing from the seventh control, presenting the greater estimate in the end of the lactation. The permanent variance of environment for milk production in the day of the control was bigger in the beginning and end of the lactation, initiating with 10,35, decreasing to 7,73, and finishing with 9,10, showing a bigger expression of the ambient factors in the beginning and end of the lactation. The estimates of heritability for milk production in the day of the control had been increasing gradual along the lactation curve, presenting the bigger estimate in the end of the curve. The genetic correlations had varied from 0,33 to 1. The genetic correlations had been bigger between close controls, as the proximity between the controls was bigger, greater the genetic correlation between them. The permanent environment correlations had followed the same trend that the genetic correlations, varying from 0,38 to 1. The smaller genetic correlations between the controls had been observed in the beginning and the end of the lactation curve. These facts suggest that the productions in the day of the control of the intermediate phase of the lactation curve can be used in the selection of dairy cattle.

Key Words: Legendre polynomial, random regression, genetic correlations, heritability, first parity.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de avaliação genética vêm desenvolvendo modelos estatísticos que melhor se ajustem aos dados de desempenho, com o objetivo de eliminar as diferenças ambientais, para que as comparações entre os animais sejam baseadas em diferenças genéticas.

A produção de leite em até 305 dias (P305) é uma medida padrão de produção de leite utilizada nas avaliações genéticas de vacas e touros. A produção de determinado mês é calculada com o total de meses anteriores para estimação da produção até 305 dias.

Para a estimação da P305 são usados fatores de extensão ou fórmulas e a acurácia desses cálculos depende da qualidade desses fatores e da qualidade e quantidade de controles leiteiros disponíveis durante a lactação. Utilizando-se os fatores de extensão médios assume-se que não há variabilidade na forma da curva de produção dos animais e a consequência disso, é a eliminação de alguma variação genética para a produção (SHAHRBABA, 1997). Porém a exclusão de lactações curtas ou incompletas na avaliação genética pode causar vícios devido à seleção dos dados.

As metodologias propostas, atualmente, para a avaliação genética de bovinos leiteiros, buscam minimizar alguns problemas quando da utilização da P305, principalmente aquelas relacionadas à utilização de fatores de projeção da lactação. Elas permitem estimar com maior acurácia os fatores ambientais que agem sobre a produção de leite em períodos parciais da lactação; incluir nas avaliações genéticas animais cujas lactações estão em andamento, sem utilizar fatores para a extensão da produção; incluir nas avaliações genéticas animais cujas lactações têm perda de controles leiteiros intermediários; utilizar os dados observados, e não os estimados nas avaliações; e aumentar o número de informações e, principalmente, a acurácia na avaliação de animais jovens (EL FARO & ALBUQUERQUE, 2005).]

Neste sentido, os modelos de regressão aleatória (MRA) têm sido propostos como uma alternativa ideal para modelar estudos de características como a produção de leite.

Segundo STRABEL e JAMROZIK (2002) a habilidade dos modelos de regressão aleatória em modelar as curvas de lactação para cada animal tem feito com que esses modelos sejam os mais usados em características de produção, além de permitirem avaliação mais precisa dos efeitos ambientais que atuam nessas características.

Este trabalho teve como objetivos estimar parâmetros genéticos para produção de leite no do controle da primeira lactação de vacas da raça Holandesa no estado do Rio Grande do Sul através da utilização de modelo de regressão aleatória.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem e Consistência dos Dados

Os dados utilizados no presente estudo são provenientes dos arquivos do Serviço de controle Leiteiro da Associação de Criadores de Gado Holandês do Rio Grande do Sul (ACGHRS), com sede em Porto Alegre, RS.

O arquivo original continha 148.420 registros de produção de leite no dia do controle, coletados mensalmente pela ACGHRS entre os anos de 1978 e 2003, em 33 rebanhos distribuídos em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul. Este arquivo era composto da identificação dos animais, do pai e da mãe; das datas de nascimentos, de partos e dos controles mensais; da ordem do parto, e dos controles; das produções parciais e aos 305 dias de lactação; do número do rebanho e do núcleo, entre outras variáveis que não foram utilizadas neste estudo.

Para aumentar a consistência foram eliminadas as informações oriundas de animais com idade inferior a 20 e superior a 48 meses de idade ao parto; registros de produção diária inferiores a 6 e superiores a 37 Kg; vacas filhas de reprodutores que não tivessem no mínimo uma filha em dois rebanhos; vacas que não tivessem no mínimo 6 controles por lactação; animais que não fossem puros de origem (PO) e foram somente considerados os controles leiteiros feitos entre o 6° e o 305° dia de lactação após a data do parto.

Após a edição dos dados restaram 21.702 registros de produção de leite no dia do controle de 2.429 vacas da raça Holandesa de primeira lactação, filhas de 2.031 mães e 233 touros.

O arquivo de trabalho ficou constituído de 21.702 registros de produção de leite no dia do controle de 2.429 vacas da raça Holandesa de

primeira lactação, filhas de 2.031 mães e 233 touros, com ano de nascimento ente 1991 e 2003.

Modelo

O modelo de regressão aleatória, utilizado para ajuste da produção de leite com os polinômios de Legendre foi o seguinte:

$$Y_{it} = F_{it} + \sum_{m=0}^{g-1} \hat{\alpha}_m P_m(t) + \sum_{m=0}^{a-1} \acute{\alpha}_{im} P_m(t) + \sum_{m=0}^{a-1} \tilde{\alpha}_{im} P_m(t) + e_{it}$$

em que: y_{it} é a produção de leite da vaca produzida no dia t ; $\hat{\alpha}_m$ são coeficientes de regressão fixos para descrever a curva média de produção; $\acute{\alpha}_{im}$ e $\tilde{\alpha}_{im}$ são respectivamente os coeficientes de regressão aleatório dos efeitos genéticos e de ambiente permanente para a vaca i ; e_{it} é o erro aleatório associado com a classe do tempo t (ou medida de erro temporário); F_{it} representa os efeitos fixos do modelo (rebanho-ano-mês do controle) idade da vaca como covariável em termos linear e quadráticos; $P_m(t)$ é a m -ésima função básica de polinômios de Legendre associado com a classe de tempo t ; g e a são indicadores da ordem da função polinomial de Legendre usado no ajuste das curvas fixa e aleatórias (genético e de ambiente permanente).

A trajetória média da produção de leite foi modelada por um polinômio de Legendre de ordem 4. Os polinômios de Legendre foram padronizados entre -1 e +1 representando o intervalo de 6 a 305 dias de lactação. Assumiu-se variância residual constante ou homogênea ao longo da lactação.

Estimativa dos Parâmetros Genéticos

A utilização do modelo de regressão aleatória prediz uma matriz de variâncias e covariâncias dos coeficientes de regressão aleatória. Estes coeficientes são utilizados na estimação dos componentes de (co)variância. Desta maneira, as variâncias genéticas e de ambiente permanente são obtidas por meio da matriz de covariância e do vetor que contém coeficientes que descrevem a forma da curva de lactação.

As estimativas de variâncias genéticas σ_a^2 e de ambiente permanente σ_{ap}^2 para produção de leite em um período t qualquer da lactação, são dados por:

$$\hat{\sigma}_{a(tt)}^2 = Z_t' \hat{G} Z_t$$

$$\hat{\sigma}_{ap(tt)}^2 = Z_t' \hat{P} Z_t$$

em que \hat{G} e \hat{P} são respectivamente matrizes de variâncias e covariâncias genética e de ambiente permanente entre os coeficientes de regressão aleatória, Z_t vetor de covariáveis pertinente ao controle específico medido no período t de lactação.

As estimativas de covariância genética e de ambiente permanente, entre dois controles, em um período t qualquer da lactação são dadas por:

$$\hat{\sigma}_{a(t't)}^2 = Z_t' \hat{G} Z_t$$

$$\hat{\sigma}_{ap(t't)}^2 = Z_t' \hat{P} Z_t$$

em que \hat{G} , \hat{P} e Z_t como descritos anteriormente e Z'_t transposto de Z_t , para $t' \neq t$.

As matrizes de (co)variância para os efeitos aleatórios das funções paramétricas e polinômios ortogonais de Legendre foram estimados utilizando-se o programa DxMRR (MEYER, 1998) sob o sistema operacional LINUX. O critério de convergência foi 1×10^{-9} .

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para a produção de leite no dia do controle foi obtida da seguinte maneira:

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{a(tt)}^2}{(\hat{\sigma}_{a(tt)}^2 + \hat{\sigma}_{ep}^2 + \hat{\sigma}_e^2)}$$

em que: $\hat{\sigma}_{a(tt)}^2$ é a variância genética aditiva, $\hat{\sigma}_{ep}^2$ é a variância de ambiente permanente, e $\hat{\sigma}_e^2$ a variância residual.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média total da produção de leite para as produções de leite diária foi de 21,19 Kg, com um desvio padrão de 5,50 Kg, de um total de 21.702 registros de produção de leite.

Na Tabela 1 estão apresentados o número de observações por controle, a média da produção de leite por controle, e os dias em lactação (média) em que cada controle foi realizado.

Tabela 1 – Número de registros por controle (N), média da produção de leite, e dias em lactação médio em que os controles foram realizados

Controle	N	Média	Dias em lactação
1	2265	22,59	23
2	2334	23,45	55
3	2358	22,98	85
4	2402	22,29	117
5	2414	21,56	148
6	2418	20,81	179
7	2302	20,01	210
8	2145	19,37	240
9	1857	18,59	268
10	1187	17,91	292
Total	21.702	21,19	-

Na Tabela 1 podemos observar que a homogeneidade da produção de leite dos controles ao longo da lactação, com desvio padrão de 5,50. Nota-se que a produção de leite nos controles acompanhou o formato típico da curva de lactação (Figura 1), apresentando no primeiro controle uma produção de 22,59 kg, aumentando a produção no segundo controle para 23,45 kg, e gradativamente reduzindo nos seguintes controles, finalizado a curva com uma produção de 17,91 kg. Portanto o pico de produção de leite ocorreu entre o segundo e o terceiro controle, seguindo a tendência relatada por SCHUTZ *et al.* (1990) e STANTON *et al.* (1992), nos Estados Unidos e de Machado (1997) e Ferreira (1999), no Brasil.

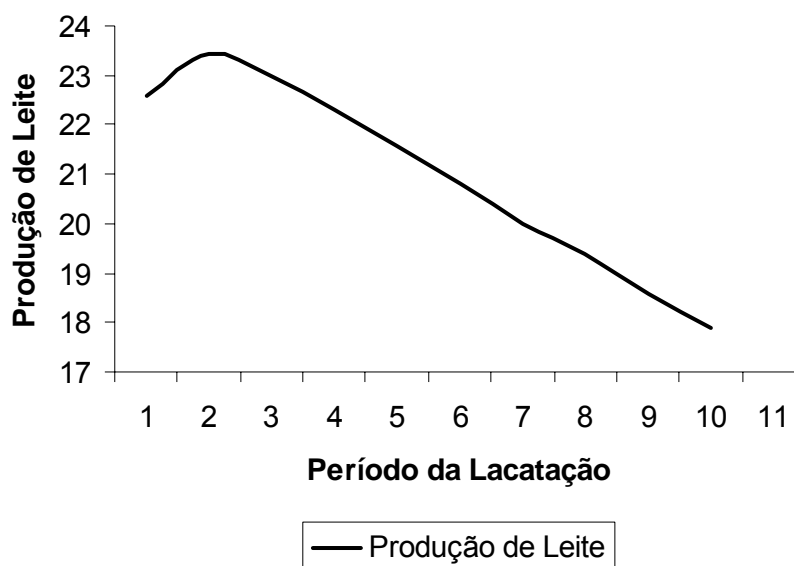


Figura 1 – Médias observadas para a produção no dia do controle

As estimativas dos componentes de variância genética aditiva e de ambiente permanente para produção de leite nos períodos selecionados da lactação são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Estimativas dos componentes de variância genética aditiva, variância de ambiente permanente, herdabilidade para as produções de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa

Controle	σ^2_a	σ^2_{ap}	h^2
30	2,38	10,35	0,1374
60	2,45	8,99	0,1603
90	2,50	8,91	0,1635
120	2,43	8,68	0,1622
150	2,38	8,22	0,1643
180	2,45	7,89	0,1722
210	2,62	7,73	0,1841
240	2,78	7,55	0,1958
270	2,90	7,62	0,2016
305	3,14	9,10	0,1948

A representação gráfica para as estimativas de variância genética e de ambiente permanente estão representadas nas Figuras 2 e 3.

A variância genética apresentou maiores valores no final da curva de lactação, aumentando a partir do sétimo controle, apresentando a maior estimativa no final da lactação (3,14).

A variância de ambiente permanente foi maior no início e no final da lactação, iniciando com 10,35, decrescendo até 7,73, e finalizando com 9,10, mostrando uma maior expressão dos fatores ambientais no início e final da lactação. Esses resultados concordam com a afirmação de LUDWICK e PETERSEN (1943), de que fatores não-genéticos tendem a influenciar, de forma mais expressiva, a produção de leite durante as primeiras semanas da lactação.

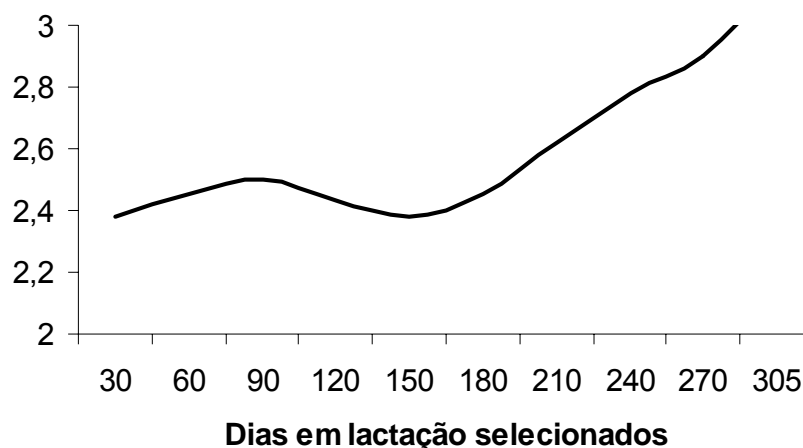


Figura 2 – Variância genética para os diferentes períodos da lactação

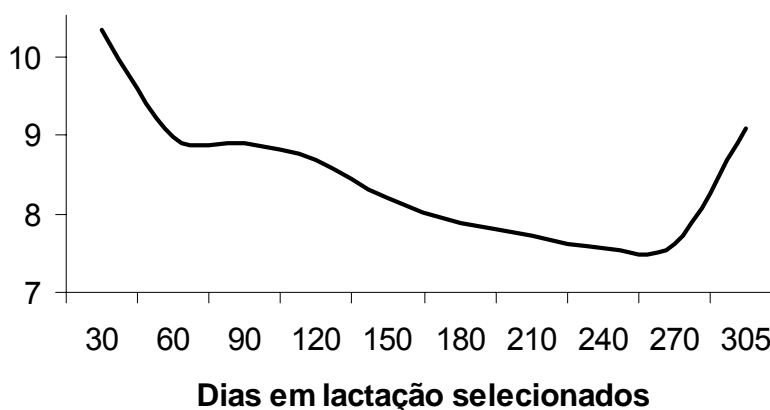


Figura 3 – Variância de ambiente permanente para os diferentes períodos da lactação

As estimativas de herdabilidade para produção de leite no dia do controle estão representadas graficamente na Figura 4. As estimativas foram aumentando gradativamente ao longo da curva de lactação, aumentaram do primeiro (0,13) para o segundo controle, mantiveram-se mais ou menos constante até o quinto controle, e novamente os valores aumentaram até o final da curva de lactação, apresentando o maior valor de estimativa no controle de número nove (0,20), ao redor dos 268 dias

em lactação, depois o valor das herdabilidades diminui novamente. Os valores estimados foram semelhantes aos relatados por FERREIRA et al. (2003) com vacas da raça Holandesa, que encontraram estimativas entre 0,11 e 0,21. OLORI (1999) encontrou comportamento semelhante ao estimar herdabilidade utilizando polinômios de Legendre para modelar o efeito permanente de ambiente. Utilizando modelo de regressão aleatória com variância residual constante, COBUCI et al. (2004) observaram um aumento gradativo das estimativas ao longo da curva de lactação. Maiores estimativas de herdabilidade para o final da curva de lactação foram encontrados por EL FARO (2002), que encontrou maiores valores de herdabilidade para o início e o final da curva. Contrariando esses resultados, OLORI (1997), FERREIRA (1999), REKAYA et al. (1999) e MELO et al.(2005), encontraram maiores estimativas de herdabilidade na fase intermediária da curva de lactação.

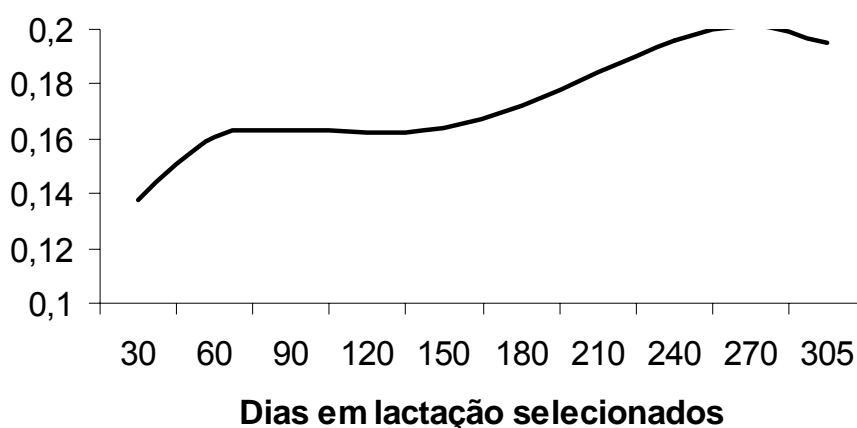


Figura 4 – Estimativas de herdabilidade para produção de leite nos diferentes dias de lactação selecionados

As correlações genéticas e de ambiente permanente entre as produções de leite no dia do controle são observadas na Tabela 4. As correlações genéticas variaram de 0,33 a 0,99. As correlações genéticas

foram maiores entre controles próximos, quanto maior a proximidade entre os controles maior a correlação genética entre eles. As correlações de ambiente permanentes seguiram a mesma tendência que as correlações genéticas, variando de 0,38 a 0,99. Correlações genéticas entre controles consecutivos também foram obtidos por MEYER et al. (1989), SWALVE (1995), GADINI (1997), OLORI et al. (1999), MELO (2005).

As correlações de ambiente permanente, estimadas neste estudo, foram maiores que as encontradas por MELO et al. (2005), que encontrou estimativas variando de 0,27 a 0,78.

Tabela 3 – Estimativas de correlações genéticas (acima da diagonal), correlações permanente de ambiente (abaixo da diagonal) entre as produções de leite nos dias do controle

	30	60	90	120	150	180	210	240	270	305
30	-	0,95	0,88	0,79	0,70	0,59	0,48	0,39	0,35	0,33
60	0,89	-	0,98	0,93	0,84	0,73	0,61	0,54	0,53	0,55
90	0,74	0,96	-	0,98	0,92	0,82	0,72	0,67	0,67	0,70
120	0,62	0,88	0,97	-	0,98	0,92	0,84	0,80	0,80	0,82
150	0,55	0,80	0,91	0,99	-	0,98	0,94	0,91	0,90	0,90
180	0,50	0,69	0,81	0,90	0,98	-	0,99	0,97	0,96	0,94
210	0,46	0,59	0,68	0,79	0,89	0,98	-	0,99	0,99	0,94
240	0,44	0,52	0,58	0,68	0,80	0,90	0,97	-	0,99	0,95
270	0,43	0,47	0,51	0,58	0,68	0,78	0,87	0,96	-	0,98
305	0,38	0,44	0,45	0,48	0,52	0,58	0,67	0,80	0,95	-

Na Figura 5 encontra-se a representação das correlações genéticas para produção de leite entre controles de diferentes períodos da curva de lactação, C1 (início), C5 (meio) e C9 (final). Pode-se observar que as menores correlações genéticas entre os controles estão no início e no final da curva de lactação.

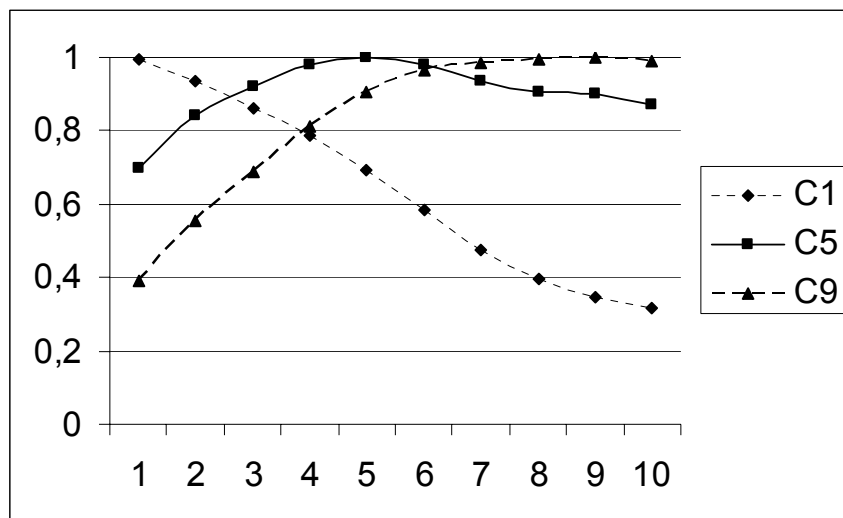


Figura 5 - Correlações genéticas entre os controles leiteiros C1, C5 e C9 e demais períodos da lactação

CONCLUSÕES

As maiores estimativas de correlações genéticas foram verificadas entre os controles realizados na fase intermediária da curva de lactação, as estimativas de herdabilidade aumentaram do meio da curva para o final desta, a variância ambiental foi maior na fase final da lactação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R, F.; COSTA, C. N. et al. Análises da persistência na lactação de vacas da raça Holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p. 546-554, 2004.

EL FARO, L. Estimção de componentes de (co)variância para produção de leite no dia do controle de primeiras lactações de vacas caracu, aplicando-se “test-day models” de dimensão finita e modelos de regressão aleatória. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

EL FARO, L. ; ALBUQUERQUE, L.G. 2005. Predição de Valores Genéticos para a Produção de Leite no Dia do Controle e para a Produção Acumulada até 305 Dias. Predição de Valores Genéticos para 496 **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.2, p.496-507, 2005.

FERREIRA, W.J. 1999. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle de vacas da raça Holandesa. Viçosa, 103 p. Dissertação (M.S.) Universidade Federal de Viçosa.

FERREIRA, J.W.; TEIXEIRA, N.M.; EUCLYDES, R.F. 2003. Avaliação Genética de Bovinos da Raça Holandesa Usando a Produção de Leite no Dia do Controle. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.2, p.295-303, 2003

LUDWICK, T.M., PETERSEN, W.E. 1943. A measure of persistency of lactation of dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, 26:439-445.

MELO, C.M.R.; PACKER, I.U.; COSTA, C.N. et al. 2005. Parâmetros Genéticos para as Produções de Leite no Dia do Controle e da Primeira Lactação de Vacas da Raça Holandesa. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.3, p.796-806, 2005

REKAYA, R.; CARABAÑO, M.J.; TORO, M.A. Use de test day yields for the genetic evaluation of production traits in Holstein-Friesian cattle. *Livestock Production Science*, v.57, p.203-217, 1999.

OLORI, V.E. Utilization of daily milk records in genetic evaluation of dairy cattle. Edinburgh, 1997. 1v. Thesis (Ph.D) - University of Edinburgh, 1997.

OLORI, V.E.; HILL, W.G.; McGUIRK, B.J. et al. Estimating variance components for test day milk records by restricted maximum likelihood with a random regression animal model. *Livestock Production Science*, v.61, p.53-63, 1999.

SCHAEFFER, L. R., DEKKERS, J. C. M. 1994. Random regression in animal models for test day production in dairy cattle. *In: Proceedings 5th world congress genetic applied livestock production*. Guelph, ON, Canada, p.443- 446.

SHAHRBABAQ, M.M. Feasibility of random regression models for Iranian Holstein test day records. Thesis (PhD) – University of Guelph, Guelph, Canada. 1997. 138p.

STRABEL, T., JAMROZIK, J. 2002. The effect of incorrect estimated variance-covariance components on genetic evaluation of dairy cattle with random regression models. *In: Proceedings 7th world congress genetic applied livestock production*. Montpellier, France, Communication. 01-09, (CD-ROM)

