



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Jaboticabal



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
Departamento de Zootecnia

**PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO E INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DE
DADOS SOBRE A ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
PRODUÇÃO DE LEITE DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA.**

Severino Cavalcante de Sousa Júnior
Zootecnista

JABOTICABAL- SÃO PAULO

2010



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Jaboticabal



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
Departamento de Zootecnia

**PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO E INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DE
DADOS SOBRE A ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
PRODUÇÃO DE LEITE DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA**

MSc. Severino Cavalcante de Sousa Júnior
Zootecnista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucia Galvão de Albuquerque

Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia - UNESP/Jaboticabal

Co-Orientadora: Dr^a. Lenira El Faro Zadra
Pesquisadora da APTA – Ribeirão Preto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL- SÃO PAULO

2010

S725p Sousa Júnior, Severino Cavalcante de
Persistência da lactação e Influência da estrutura de dados sobre
a estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite de
bovinos da raça Holandesa / Severino Cavalcante de Sousa Júnior. –
– Jaboticabal, 2010
xv, 83 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientadora: Lucia Galvão de Albuquerque

Banca examinadora: Lenira El Faro Zadra, Maria Eugênia Zerlotti
Mercadante, Claudia Cristina Paro de Paz, Humberto Tonhati, Danísio
Prado Munari

Bibliografia

1. Bovinos de leite. 2. Componentes de variância. 3. Dados
longitudinais. 4. Funções de covariância. 5. Produção de leite. 6.
Valor genético, 7. Persistência I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – serviço
Técnico da Biblioteca e Documentação – UNESP, Campus de Jaboticabal

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

SEVERINO CAVALCANTE DE SOUSA JÚNIOR – filho de SEVERINO CAVALCANTE DE SOUSA e MARIA DO SOCORRO ALBUQUERQUE DE SOUSA, nasceu no dia 04 de agosto de 1980, na cidade de Fortaleza, estado do Ceará. É Zootecnista formado na Universidade Estadual Vale do Acaraú – (UEVA), em Sobral, zona norte do estado, em 25 de Março de 2005. Ingressou no Programa de pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Federal do Ceará sob orientação da Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, Em 12 de fevereiro de 2007, submeteu-se ao exame final de defesa da dissertação de mestrado intitulada “Estimação de funções de covariância para características de crescimento da raça Tabapuã utilizando modelos de regressão aleatória”, obtendo o título de Mestre em Zootecnia. Iniciou o doutorado no dia 04 de março de 2007 no Programa de pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Campus de Jaboticabal, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Lúcia Galvão de Albuquerque. No dia 28 de novembro de 2009, submeteu-se ao exame de qualificação da tese de doutorado intitulada “Influência da estrutura de dados sobre a estimação de parâmetros genéticos usando modelos de regressão aleatória”, para obter o pré requisito a defesa da tese e conquistar o título de Doutor em Zootecnia. Atualmente é professor Assistente na Universidade Federal do Piauí – UFPI, onde ministra as disciplinas de Bioclimatologia e Comportamento animal no Campus da cidade de Bom Jesus - PI.

Ofereço

Aos meus pais, Severino Cavalcante de Sousa e Maria do Socorro Albuquerque de Sousa, pelo amor, confiança e apoio dispensados em todos esses anos de vida e estudos. Por terem sempre me acompanhado, sofrendo e sonhando juntos comigo, muitas vezes deixando de lado seus compromissos e sonhos, não medindo esforços para contribuírem nas realizações de meus sonhos, da mesma forma, sempre acreditando nos meus objetivos e nunca duvidando da minha capacidade e dedicação.

Aos meus irmãos Franzé e Naiany, pelos conselhos e experiências que me passaram, por sempre terem me incentivado a buscar meus sonhos e, por vocês serem sempre tão especiais para mim. A minha noiva Sabrina, que sempre esteve ao meu lado e sempre me incentiva na busca dos caminhos mais promissores independente da distância e dos sacrifícios existentes.

Obrigada por tudo, e lembrem-se todos que AMO muito vocês!

"O homem não morre quando deixa de viver, mas sim quando deixa de amar"

(Charles Chaplin)

Dedico

À minha avó (in memoriam) que nos deixou no meio desta jornada, mas que desde a minha infância me deu muito carinho e orientação para nunca escolher caminhos obscuros e fraudulentos e sempre seguir a verdade e a luz.

Agradecimentos

À Deus por permitir que eu chegasse até aqui com muita saúde e sempre rodeado de boas pessoas.

Aos meus pais que sempre me deram apoio, segurança e educação para seguir sempre um caminho digno e honesto.

Aos meus irmãos que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida.

À Sabrina minha noiva, que sempre esteve ao meu lado com todo apoio incondicional.

À Universidade Estadual Paulista Campus de Jaboticabal e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do meu doutorado junto ao curso de pós-graduação em Zootecnia.

Ao Centro Nacional de Pesquisa Científica – Cnpq, pela concessão da bolsa de estudos de doutorado.

À minha orientadora Lúcia Galvão de Albuquerque pela oportunidade e ensinamentos.

À minha co-orientadora Lenira EL FARO pelos ensinamentos, atenção e ajuda que prestou durante toda a execução deste trabalho.

À Clínica do leite ESALQ/USP, pela concessão dos dados.

À agropecuária Agrindos S.A pela concessão das informações.

Aos professores Henrique Nunes e Danísio, pelas sugestões e correções tanto no exame de qualificação quanto na defesa.

Aos professores Jeffrey e Tonhati pela participação e correções no exame de qualificação.

A todos os amigos e colegas do “departamento de Zootecnia e Melhoramento Animal” pelo companheirismo e pela agradável convivência.

Ao amigo Dimas de Oliveira Santos (Cabeção) pelos conselhos, amizade e atenção dispensada sempre que solicitada.

Aos amigos Francisco Araújo Neto (Chiquim), Naldin, Raul, Henry, Daniele (A MANA), Luiz Gabriel, Joana, Fernanda Monsalves (Fernandinha), Léo (Cabeção), Monyka, Annaíza, Denise, Rodrigo, Tomaz (CHÊ), Daniel Gordo, Luciana, Ana Paula (Fuxica), Marcos (Lazanha), Márcio e Arione pelos agradáveis momentos de convívio.

Enfim, a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Sumário

RESUMO	VI
ABSTRACT.....	VIII
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
OBJETIVOS	12
SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DE DADOS SOBRE A ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS USANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
CAPÍTULO 3 – PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA	61
INTRODUÇÃO	62
MATERIAL E MÉTODOS	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

TÍTULO: PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO E INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DE DADOS SOBRE A ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE LEITE DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA.

RESUMO – Para o presente estudo foram utilizadas 3.202 primeiras lactações, de vacas da raça Holandesa pertencentes a quatro fazendas da região Sudeste, registradas semanalmente, com o objetivo de verificar a influência da estrutura de dados de produção de leite no decorrer da lactação, sobre os parâmetros genéticos estimados por modelos de regressão aleatória. Foram testados quatro arquivos contendo estruturas diferentes de dados. O arquivo de controles semanais (CS) contava com 122.842 controles, o arquivo mensal (CM) com 30.883 controles, o bimestral (CB) com 15.837 controles, e por fim, o arquivo de controles trimestrais (CT) continha de 12.702 controles. O modelo utilizado foi o de regressão aleatória, e como aleatórios foram considerados os efeitos genético aditivo e o de ambiente permanente de animal. A ordem das funções de covariância para estes dois efeitos foi de sexta ordem para efeito genético aditivo e de sétima ordem para o efeito de ambiente permanente, com variâncias residuais heterogêneas a estrutura de variâncias residuais foi modelada por meio de uma “*step function*” O modelo teve como efeito fixo os grupos de contemporâneos (GC) comuns para todos os arquivos de dados. Os GC foram compostos por fazenda, mês e ano do controle, e como co-variável a idade da vaca ao parto (regressão linear e quadrática) e o número de dias em lactação (regressão fixa para a média populacional). Todos os arquivos de dados estudados foram analisados incluindo arquivo de genealogia composto por 4.380 animais com 3202 mães e 228 touros. As estimativas de herdabilidades para produção de leite apresentaram tendências semelhantes entre os arquivos de dados analisados, com maior semelhança entre os bancos CS, CM e CB. As estimativas de herdabilidade para produção de leite no dia do controle (PLDC) do banco CT apresentou pequenas diferenças, em relação aos demais arquivos. O arquivo de dados CB (Controles Bimestrais) apresentou todas as estimativas de parâmetros genéticos analisadas com a mesma tendência e magnitudes semelhantes aos arquivos CS e CM. Portanto, a variabilidade genética aplicando modelos de regressão aleatória podem ser feitos utilizando uma estrutura de controles bimestral. Foram preditos os valores genéticos

(VG) para as produções em períodos parciais da lactação, período dos 100 primeiros dias de lactação (MRA100), período dos 100 aos 200 dias de lactação (MRA200), período dos 200 aos 300 dias de lactação (MRA300) e período dos 90 aos 305 dias de lactação (MRA90_305) e para a produção acumulada aos 305 dias (MRA305). Estes foram comparados com diferentes mensurações de persistência da lactação (PS1, PS2, P21, P31 e P32) por meio de correlações de posto, gráficos de dispersão dos valores genéticos preditos e de tendências genéticas. Os critérios usados para comparar a classificação dos animais indicaram que houve modificações nas classificações de touros, vacas e animais quando selecionados para os diferentes medidas de persistência, sugerindo que as mesmas possuem significados diferentes. Entre todas as características estudadas a MRA90_305 foi a que apresentou maior correlação e similaridades com a MRA305, uma vez que a MRA90_305 representa o período que vai dos 90 dias ao fim da lactação. Assim, este seria o critério mais indicado para a seleção para a persistência da lactação de bovinos da raça Holandesa da região sudeste, aplicando MRA.

Palavras-chave – Bovinos de leite, Componentes de variância, Dados longitudinais, Funções de covariância, Produção de leite, Valor genético, Persistência.

TITLE: PERSISTENCE OF LACTATION AND INFLUENCE OF THE STRUCTURE OF DATA ON THE ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS FOR MILK PRODUCTION OF HOLSTEINS.

ABSTRACT – To this study the first 1293 Holstein dairy lactation registered weekly were used, having cows belonging to four farms in the Southeast region of Brazil, aiming verify the milk production data structure influence during lactation under genetic parameters estimated by random regression models. Four files with different data structures were tested. The week control files (CS) counted with 122,842 controls; the month files (CM), 30,883 controls; the bimestrial (CB) had 15,837 controls and finally the quarterly (CT) had 12,702 controls. It was used the random regression model and, as random, the genetic additive and the animal permanent environmental effects were considered. The covariance function to these two effects was the sixth grade to the genetic effect additive and the seventh grade to the permanent environmental effect, having heterogeneous residual variances, and the residual variance structure was modeled by a “step function”. The model had as the fixed effect the contemporaneous groups (GC) commons to all data set, GC were compounded by farm, month, and year of control. The co-variable was the cow age at birth (linear and quadratic regression) and the milking days (fixed regression to the population average). All evaluated data files presented genealogy file composed by 4,380 animals having 1,416 mothers and 228 bulls. The estimate of heritability presented tendencies similar among the analyzed data, having the higher similarity CS, CM, and CB. The CT presented small differences in the estimate of heritability when compared to the others. The CB data file presented all the analyzed genetic parameters estimative with the same tendency and magnificence of the CS and CM, allowing the milk control in a CB structure, random regression model in genetic evaluations speaking. The genetic values (VG) to partial milking period production were predicted (MRA100, MRA200, MRA300 e MRA90_305), as well to cumulate production at 305 days (MRA305). Those were compared with different milking persistence measurements (PS1, PS2, P21, P31, and P32), through rank correlations, predicted genetic values dispersion graphics, and genetic tendencies. The animal comparison classification criteria used showed presence of bulls, cows and animals classification modification when those were selected by the different persistence

measurements, suggesting that each one has different meanings. Among all evaluated characteristics, the MRA90_305 presented higher correlation and similarities with MRA305, once the MRA90_305 represents period from the peak to the end of lactation. This way, it would be the most indicated criteria to select Holstein dairy lactation persistence in the Southeast region of Brazil, using the MRA.

Keywords – Dairy cattle, Variance components, longitudinal data, covariance functions, milk production, genetic value, Persistence.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A pecuária leiteira figura entre as principais atividades do setor agropecuário brasileiro que, apesar de apresentar expressivo volume de produção de leite ainda tem baixos índices de produtividade, em média 4,5 kg/vaca/dia (ANUALPEC 2009) que está aquém do desejado. Assim, a utilização de estratégias eficientes para seleção de vacas e touros, aliadas aos fatores de âmbito econômico, político e de manejo, como o controle leiteiro, são importantes para acelerar o incremento da produtividade da pecuária leiteira nacional (MELO et al, 2000).

O controle leiteiro constitui uma ferramenta importante no processo de tomada de decisão relativo aos vários aspectos do manejo de vacas leiteiras, tais como, nutrição, controle de mastite e outras enfermidades, processo de descarte, entre outros, além de viabilizar um banco de dados para realização de avaliações genéticas de reprodutores.

Além do cálculo da produção acumulada aos 305 dias de lactação (P305), as produções de leite no dia do controle (PLDC) têm sido amplamente usadas nos estudos envolvendo a estimação de parâmetros para descrever as curvas de lactação dos animais ou de grupos de animais. As curvas de lactação podem ter várias aplicações tais como o cálculo dos fatores de extensão médios das lactações, para fins de adequação de manejo, previsão de consumo de alimentos de acordo com a produção e também para fins de melhoramento genético. O cálculo da persistência de lactação é uma das medidas possíveis obtidas por meio dos parâmetros das curvas (GENGLER, 1996). Entretanto, existem dificuldades de utilização e implantação de funções matemáticas para modelar a forma da curva em programas de melhoramento.

A produção de leite até 305 dias (P305) é o indicador zootécnico geralmente utilizado para as comparações entre vacas nas decisões de manejo e descarte nos rebanhos leiteiros. A P305 é calculada usando os registros de produção provenientes dos controles leiteiros, que são realizados em intervalos semanais, mensais ou bimestrais (MELO et al, 2005).

Os modelos de regressão aleatória (MRA) são uma alternativa aos modelos tradicionais, que estão sendo aplicados em vários países para a estimação de parâmetros genéticos em bovinos de leite, para medidas repetidas. Tais modelos apresentam a vantagem de considerar os efeitos sistemáticos de meio que influenciam a produção no dia específico de lactação e permitem estimar parâmetros genéticos e valores genéticos para períodos determinados da lactação, por meio de interpolações, além de estimativas de valores genéticos para funções econômicas da curva de lactação, como por exemplo, a persistência da lactação. Questões como o número ideal de observações, o intervalo entre as mesmas e a distribuição de controles ao longo da lactação para que sejam obtidas estimativas não viesadas dos componentes de variância, podem ser levantadas.

Os MRA apresentam uma série de vantagens em relação aos modelos tradicionais:

- 1) não exigem número mínimo de medidas por animal, ao contrário dos modelos que consideram a produção até 305 dias (JAMROZIK e SCHAEFFER, 1997);
- 2) consideram o parentesco existente entre os animais, ao contrário das funções que descrevem a curva de lactação;
- 3) não há necessidade de se criarem classes de desempenho arbitrárias ou de utilizar fatores de ajuste para determinada idade ou dias em lactação (ALBUQUERQUE, 2004);
- 4) permitem a utilização de dados de animais com um ou poucos registros de controles leiteiros (SCHAEFFER e DEKKERS, 1994);
- 5) permitem a estimação de componentes de covariância entre os controles, incluindo períodos em que os controles não foram realizados (EL FARO e ALBUQUERQUE, 2003; REKAYA et al., 1999);
- 6) as análises abrangem todo o intervalo contínuo em que as medidas foram tomadas, permitindo predizer o valor genético dos animais em qualquer ponto do intervalo em que foram feitas as mensurações fenotípicas; e
- 7) permitem predizer o valor genético dos animais para a persistência da produção e outras características ligadas à curva de lactação.

Como desvantagem dos MRA, vários autores citam o aumento no requerimento computacional, devido ao maior número de efeitos aleatórios por animal nas equações de modelos mistos e ao maior número de observações na análise, pois são utilizadas produções no dia do controle e não somente as produções acumuladas (JAMROZIK e SCHAEFFER, 1997). Contudo, com o avanço da informática a preços acessíveis aos programas de melhoramento este maior requerimento torna-se irrelevante. Portanto, parece

aceitável que ênfase maior deva ser dada às propriedades estatísticas e biológicas das metodologias de avaliação genética quando comparadas ao custo computacional das mesmas.

A estrutura dos dados deve, certamente, exercer grande influência na estimação dos parâmetros genéticos obtidos pelos MRA, visto que nos pontos extremos da lactação, têm sido estimadas as maiores herdabilidades que nos demais estágios. Além disso, alguns trabalhos têm constatado correlações genéticas negativas entre as produções do início e do final da lactação (EL FARO e ALBUQUERQUE, 2003).

Resultados de pesquisa têm mostrado que, com modelos de regressão aleatória o número de informações usadas nas análises tem grande influência na estimativa das herdabilidades nos pontos extremos da lactação e uma das explicações seria a menor quantidade de observações nesses pontos (EL FARO e ALBUQUERQUE, 2005; BIGNARDI, 2008). Além disso, no Brasil o controle leiteiro oficial é irregular, seletivo e caro. Para características como as produções de proteína e gordura e para a contagem de células somáticas, as informações são coletadas num esquema ainda mais espaçado do que para a produção de leite, pois as análises destes componentes aumentam os custos do controle leiteiro. Assim, é importante que se realizem estudos para verificar a influência da estrutura dos dados sobre os parâmetros genéticos estimados por meio de modelos de regressão aleatória.

Atualmente, dos vinte e sete (27) países participantes da avaliação genética internacional de bovinos leiteiros, realizada pelo *Interbull Center*, dezessete (17) utilizam Modelos de Produção no dia do Controle, quinze (15) dos quais por meio de MRA, em suas avaliações genéticas nacionais (INTERBULL, 2008).

OBJETIVOS

Objetivos gerais:

O objetivo do presente estudo foi verificar a influência da estrutura dos dados sobre os parâmetros genéticos estimados para a produção de leite no dia do controle (PLDC), por meio de modelos de regressão aleatória e verificar seu efeito sobre a classificação dos touros por meio de seus valores genéticos.

Objetivos específicos

- Estimar parâmetros genéticos para diferentes estruturas de dados, bem como os valores genéticos e avaliar mudanças de classificação dos animais;
- Estimar a persistência da lactação por meio das curvas genéticas estimadas por meio de modelos de regressão aleatória.

SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

A evolução dos modelos para a avaliação de reprodutores para características produtivas em bovinos de leite, partindo-se da P305 como modelo tradicional, passou pelos “test-day models” de dimensão finita, que já propunham há anos o uso das produções parciais para analisar a produção de leite (DANELL, 1982; WILMINK, 1987; MEYER et al., 1989). A inclusão de grupos contemporâneos nas análises, contendo a data do controle leiteiro, proporcionou um avanço em termos de correção para os efeitos fixos. Entretanto, a análise de todas as PLDC, simultaneamente, leva a modelos super-parametrizados e a dificuldades computacionais. Assim, em geral, são utilizadas análises bi-características (MEYER et al., 1989; PANDER et al., 1992; SWALVE, 1995; REENTS et al., 1996).

PTAK e SCHAEFFER (1993) propuseram um modelo que considerava a produção de leite em cada controle como uma medida repetida, mas que incluiu a forma da curva de lactação como um efeito fixo. As funções de covariância e os modelos de regressão aleatória (MRA) foram propostos mais recentemente, como uma alternativa para modelar dados longitudinais, ou seja, aqueles que se repetem durante a vida do animal, categoria na qual se encaixa a produção de leite (KIRKPATRICK et al., 1990 e 1994; SCHAEFFER e DEKKERS, 1994).

Os modelos de regressão aleatória (MRA), segundo SCHAEFFER (1996), permitem o ajuste de curvas de lactação aleatórias para cada indivíduo, expressas como desvios de uma curva média da população ou de grupos de indivíduos. Além disso, tais modelos descrevem de forma contínua a estrutura de covariâncias ao longo do tempo, os valores genéticos preditos para a curva de lactação como um todo e as funções da curva de

lactação, em contraste com os modelos multi-características, que fornecem estimativas pontuais.

Esses modelos empregam funções lineares contínuas para descrever tanto as trajetórias fixas como as aleatórias, e os resultados permitem obter valores genéticos para a produção acumulada aos 305 dias, além de valores para critérios de seleção alternativos, como a produção em períodos parciais da lactação, persistência e pico da lactação, entre outros.

Influência da estrutura dos dados sobre os parâmetros genéticos

Os MRA têm sido empregados em diversos estudos, não apenas em gado de leite, mas também, para a descrição de curva de crescimento (SAKAGUTI, 2000; MEYER, 2001 e 2002; ALBUQUERQUE e MEYER, 2001; NOBRE et al., 2002; ALBUQUERQUE, 2003; FISCHER et al., 2004 e DIAS et al., 2005) e reprodução de bovinos de corte (MERCADANTE et al., 2002).

Nos vários trabalhos da literatura em que se aplicaram os MRA para a estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite de bovinos têm-se estimado herdabilidades maiores que as estimadas pelos test-day models de dimensão finita. Em geral, as estimativas tem sido maiores em pontos extremos da lactação (FERREIRA et al., 2003; EL FARO e ALBUQUERQUE, 2003). Os autores têm justificado que um dos motivos para isso é que nesses pontos há dificuldade de estimar os parâmetros genéticos devido ao menor número de observações e também, pela falta de pontos após esses períodos (MELO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2006).

Segundo MEYER (1998b) deve-se dar grande ênfase ao definir a ordem das funções de covariância dos modelos e a interpretação dos resultados obtidos por de MRA, uma vez que já se sabe que valores da variável dependente em pontos extremos da curva podem ter grandes influências sobre os coeficientes de regressão aleatória, produzindo estimativas errôneas das funções de covariância e das variâncias residuais. Além disso, o número de parâmetros a serem estimados no modelo e a complexa estrutura das matrizes de (co)variância têm mostrado que, apesar das vantagens, esses modelos exigem muita capacidade computacional.

No Brasil, o sistema oficial de controles leiteiros, além de seletivo é irregular, de maneira que a quantidade de controles por animal, por grupo de contemporâneas, e a distribuição dos controles durante a lactação são muito variáveis. São poucos os trabalhos que abordaram estes problemas, em relação aos modelos de regressão aleatória. SHAHRBABA (1996) estimou parâmetros genéticos utilizando MRA em diferentes conjuntos de dados com variações no número de controles por animal na lactação, comparando os resultados com uma estrutura de dados em que os animais tinham controles mensais. O autor concluiu que um esquema bimestral de controle leiteiro poderia ser uma alternativa quando se buscava reduzir os custos de um programa de melhoramento, particularmente em países em desenvolvimento.

Assim, para a implantação de avaliações genéticas utilizando MRA no Brasil, é necessário verificar o número mínimo de controles e como os mesmos devem estar distribuídos durante a lactação. JOHNSON et al., (1995), também estudaram os efeitos de diferentes métodos de controle leiteiro sobre acurácia das estimativas de valores genéticos para P305, chegando às seguintes conclusões:

a) As correlações genéticas para a produção de leite aos 305 dias calculadas a partir de esquemas de controles mensais, bimestrais e trimestrais, eram muito altas de tal forma que o esquema não interferiu na classificação dos touros;

b) Os desvios padrão genéticos para as diferenças entre as produções de leite estimada com o esquema de registro mensal e demais esquemas, foi de cerca de 5% de leite e proteína e de 8% para gordura, o que indica que a classificação das vacas pode ser apreciavelmente alterada de acordo com o intervalo utilizado;

c) O intervalo de dias entre o parto e o primeiro teste influencia os parâmetros genéticos, evidenciando a necessidade de métodos mais eficientes para considerar este período no cálculo na produção aos 305 dias.

Anteriormente aos MRA, muitos estudos foram conduzidos, relacionando diferentes esquemas de controles leiteiro com a predição da P305, usando curvas de lactação (WILMINK et al., 1998). Com os MRA, tais estudos foram pouco abordados (SHAHRBABA, 1996), embora se saiba que o número de observações por animal ou por classes de dia em lactação influencie as estimativas dos componentes de variância.

Estimativa de Valores genéticos

São vários os autores que destacam as vantagens da adoção dos modelos regressão aleatória para estimação de valores genéticos com relação aos test-day ordinários ou com a P305, denominado modelo padrão ou tradicional. Entre as vantagens dos modelos de regressão aleatória para o ajuste das produções no dia do controle e nas avaliações genéticas de bovinos leiteiros podem ser citadas a possibilidade de melhorar a descrição dos efeitos ambientais que influenciam a produção de leite em períodos específicos da lactação e a possibilidade de antecipação do processo de seleção, usando registros parciais, diminuindo o intervalo de geração e maximizando o ganho genético (VARGAS et al., 2006).

Contudo, existe a necessidade de bancos de dados com grande capacidade para grande armazenamento de informações de controles leiteiros, e computadores com grande capacidade de memória, além de programas que possibilitem a utilização destes dados nas avaliações genéticas. SHAHRBABA (1996) trabalhou com diferentes estruturas de dados nos arquivos de produção de leite no dia do controle, com o objetivo de testar esquemas com menor número de controles e compará-los com esquema com todos os controles mensais. O autor obteve correlações entre valores genéticos para PLDC altas nos touros para diferentes arquivos, variando entre 0,99 entre o banco controle (mensal) e o banco de controles bimestral e 0,79 entre o banco controle com a P305. O mesmo autor observou ainda mudanças nas classificações dos animais ao comparar todos os bancos com o banco completo usando o valor genético, tal como também obteve mudanças da classificação dos animais.

Persistência da lactação

A produção de leite durante a lactação, caracteriza a curva de lactação, e esta pode ser dividida em três fases. A primeira é ascendente e ocorre entre o parto e o pico de lactação; a segunda é relativamente constante e ocorre ao redor do pico de lactação e, por último, a terceira fase, descendente, vai do pico de lactação ao término desta.

Segundo MADSEN (1975), o conhecimento da forma da curva de lactação é importante por várias razões: 1) Nos sistemas de manejo em que o fornecimento de ração é feito com base nas produções prévias dos animais, vacas que apresentam curvas de lactação com menores declínios necessitam de menores quantidades de concentrado, do que as que têm o mesmo nível de produção e curvas com maiores declínios; 2) Altas produções de leite, no período inicial da lactação, levam a um esforço fisiológico extra por parte dos animais, causando, freqüentemente, diminuição no desempenho reprodutivo e aparecimento de doenças de origens metabólicas. Moderada produção nesse período, combinada com maiores persistências da lactação, é preferida do que altas produções no início da lactação, aliada a rápidos declínios da produção de leite após esse período; 3) O melhor conhecimento da provável curva de lactação das vacas permite alimentação mais eficiente, pois maiores respostas à alimentação são mais facilmente detectadas quando as vacas são agrupadas de acordo com o formato esperado da curva de lactação.

A produção total de leite é função da persistência na lactação, do pico de produção de leite e da duração da lactação, LUDWICK e PETERSEN (1943), sendo a persistência o principal componente da curva de lactação (WOOD, 1967). A persistência na lactação pode ser definida de várias maneiras, dentre elas, como a capacidade da vaca em manter sua produção de leite após atingir a produção máxima na lactação (COBUCI et al, 2006); 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 dimensão em que o pico de produção é mantido (WOOD, 1967); a habilidade de manter mais ou menos constante a produção de leite durante a lactação (GENGLER, 1996); e o número de dias em que um nível constante de produção de leite é mantido (GROSSMAN et al., 1999). Vários estudos têm encontrado indicativos da existência de diferenças genéticas, para persistência na lactação, entre animais.

São encontrados na literatura quatro diferentes métodos de mensuração da lactação: 1) baseado em razões entre produção de leite em diferentes fases da lactação; 2) baseado na variação da produção de leite no dia do controle, ao longo da lactação; 3) baseado em parâmetros de funções de regressão lineares ou não-lineares e 4) baseado na combinação

dos valores genéticos preditos para a produção de leite em diferentes partes da lactação obtidos por meio de coeficientes genéticos aditivos dos MRA.

Atualmente, é possível avaliar os animais para a persistência da lactação por meio dos modelos de regressão aleatória em análises que consideram a produção de leite no dia do controle. A utilização desses modelos melhora a acurácia das avaliações genéticas e permite prever o valor genético dos animais em diferentes períodos da lactação.

A utilização da produção de leite no dia do controle, sob o modelo de regressão aleatória, pode levar, também, a uma estimativa mais acurada dos efeitos genéticos e permanentes de ambiente que atuam sobre a persistência na lactação (DEKKERS *et al.*, 1998). Todavia, o principal problema no estudo dessa característica está no fato de como expressar a forma da curva de lactação em um único termo (SÖLKNER e FUCHS, 1987). Assim, são muitas as tentativas para encontrar a melhor maneira de expressá-la (LUDWICK e PETERSEN, 1943; WOOD, 1967; SÖLKNER e FUCHS, 1987; JAMROZIK *et al.*, 1997; GROSSMAN *et al.*, 1999; JAKOBSEN *et al.*, 2002 e COBUCI, 2002).

De acordo com BAR-ANAN e RON (1985), há indicativos da existência de diferenças genéticas, para persistência na lactação, entre animais, razão pela qual a seleção, para essa característica, pode ser vantajosa. Esta última afirmação também foi relatada nos trabalhos realizados por SÖLKNER e FUCHS (1987); JAMROZIK *et al.* (1995); SWALVE (1995); JAMROZIK *et al.* (1997) e TEKERLI *et al.* (2000).

A relação entre persistência na lactação e produção de leite ao longo da lactação tem sido objeto de pesquisas há vários anos (SANDERS, 1930; JOHANSON e HANSSON, 1940; LUDWICK e PETERSEN, 1943 e MAHADEVAN, 1951). De acordo com GENGLER (1996), no mínimo duas grandes razões explicam a forte relação entre essas características. A primeira é relação entre a produção de leite e a área expressa pela curva de lactação, é a utilização dos valores fenotípicos da produção de leite em cada período da lactação, cuja forma é influenciada pela persistência na lactação, que demonstra a importância da persistência na lactação para a produção total de leite. A segunda razão está relacionada com o fato de que vacas com altas produções até o pico de lactação apresentam declínio acentuado da produção de leite, quando comparadas a vacas com menores produções na primeira fase da lactação (LEAN *et al.*, 1989 e GENGLER, 1996).

O método de mensuração da persistência, baseado em razões de produção de leite em diferentes períodos da lactação, apresenta correlações positivas com a produção de leite, enquanto no método em que se consideram os desvios na produção de leite, durante a lactação, há indicativo de existência de correlação negativa (COBUCI et al., 2006).

Segundo VAN RADEN (1998), a mensuração da persistência não será correlacionada com a produção de leite, se as produções usadas para o cálculo da persistência da lactação forem relativas ao período mediano da lactação. Assim, pode-se concluir que a persistência da lactação depende da produção de leite, especialmente da produção total. Entretanto, a direção e a magnitude dessa associação dependem do método utilizado no cálculo da persistência na lactação. À medida que a persistência da lactação é positivamente correlacionada com a produção de leite, parece razoável estimar valores genéticos dos animais para persistência, na tentativa de manter constante a produção de leite durante o período de lactação das vacas (SÖLKNER e FUCHS, 1987).

Vários autores afirmam que a persistência na lactação tem correlação positiva com características de interesse, tais como resistência a doenças (MADSEN, 1975; SÖLKNER e FUCHS, 1987; GROSSMAN et al., 1999; TEKERLI et al., 2000; JENSEN, 2001 e JAKOBEN et al., 2002). A persistência da lactação está relacionada também com uma maior produção de leite e maior longevidade dos animais, o que possibilita o maior aproveitamento do animal durante sua vida produtiva, adiando o período médio para descarte voluntário (LUDWICH e PETERSEN 1943; DEKKER et al., 1996 e JAMROZIK et al., 1997). Existe também segundo alguns autores uma relação vantajosa entre persistência e desempenho reprodutivo das vacas, taxas de concepção e descarte voluntário, desempenho reprodutivo. Fatores ligados à adaptação devido ao estresse causado pela lactação foram relatados por (BAR-ANAN e RON, 1985 e LEAN et al., 1989).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE L.G., MEYER K. Estimates of covariance functions for growth from birth to 630 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.11, p.2776-2789, 2001.

ALBUQUERQUE, L. G. **Modelos de dimensão infinita aplicados a características de crescimento de bovinos da raça Nelore**. 2003. 87 f. Livre Docência (Disciplina Métodos de Melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

ALBUQUERQUE, L.G. Regressão Aleatória: nova tecnologia pode melhorar a qualidade das avaliações genéticas. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5, Pirassununga, São Paulo. **Anais...** Pirassununga: SBMA, 2004. (CD-ROM).

ANUALPEC, PECUÁRIA DE LEITE\BOVINOCULTURA DE LEITE. www.fnp.com.br. 185-222p. 2009.

ARAÚJO, C. V.; TORRES, R .A.; COSTA, C. N. Uso de modelos de regressão aleatória para descrever a variação genética da produção de leite da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.35, n.3, p.975-981, 2006.

BAR-ANAN, R., Ron, M. Associations among milk yield, yield persistency, conception, and culling of Israeli Holstein dairy cattle. **J. Dairy Sci**. v.68, p.382-386, 1985.

BIGNARDI, A. B; EL FARO, L; ALBUQUERQUE, L. G et al. Modelos de dimensão finita para a estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Ciência Rural**., v.38. n.6, p.1705-1710, 2008.

COBUCI, J. A. **Uso de modelos de regressão aleatória na avaliação da persistência na lactação de animais da raça Holandesa.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 99p, 2002.

COBUCI, J.A.; COSTA, C.N.; TEIXEIRA, N.M. et al. Utilização dos polinômios de Legendre e da função de Wilink em avaliações genéticas para persistência na lactação de animais da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.614-623, 2006.

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

DANELL, B. Studies on lactation yield and individual test-day yields of Swedish dairy cows. III. Persistency of milk yield and its correlation with lactation yield. **Acta Agriculture. Scand.** 32:93-101, 1982.

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

DIAS, L.T; ALBUQUERQUE, L.G; TONHATI,H. Estimação de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. **R. Bras. Zootec.**, 2005.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilizando Modelos De Regressão Aleatória para produção de leite no dia do controle, com diferentes estruturas de variâncias residuais. **R. Bras. Zootec**, v.32, n.5, p.1104-1113, 2003.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Predição de valores genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção acumulada até 305 dias. **R. Bras. Zootec**, v.34, n.2, p.496-507, 2005.

FERREIRA, W. J.; TEIXEIRA, N. M.; EUCLIDES, R. F. Avaliação genética de bovinos da raça Holandesa usando produção de leite no dia do controle. **R. Bras. Zootec** v.32, n.2, p.295-303, 2003.

FISCHER, T.M.; VAN DER WERF, J. H. J.; BANKS, R. G. et al. Description of Lamb growth using random regression on field data. **Livest. Prod. Sci.**, v. 89, p. 175 – 185, 2004.

INTERBULL. 13 de set. 2008. Capturado em 10 de setembro de 2008. On line. Disponível na internet: <http://www-interbull.slu.se>.

GAMA, L.T., CAROLINO, R.N., CRUZ, A.A., AND CAROLINO, M.I. Genetic parameter estimates for shape of the lactation curve in dairy cattle. In: **Proceedings 5th world congress genetic applied livestock production**. Guelph, ON, Canada, p.132-135, 1994.

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

GROSSMAN, M., Hartz, S.M., and Koops, W.P. Persistency of lactation yield: A novel approach. **J. Dairy Sci**. 82(10):2192-2197, 1999.

HERRERA, L. G. G; EL FARO, L; ALBUQUERQUE, L. G; TONHATI, H; MACHADO, T. H. C. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir. **R. Bras. Zootec**, v.37, n.10, p.1774-1780, 2008.

JAKOBSEN, J.H., MADSEN, P., JENSEN, J. PEDERSEN, J., CHRISTENSEN, L.G., AND SORENSEN, D.A. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein estimated in random regression models using REML. **J. Dairy. Sci.** 85(6):1607-1616, 2002.

JAKOBSEN, J. H.; REKAYA, R.; JENSEN, J. et al. Bayesian estimates of covariance components between lactation curve parameters and disease liability in Danish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 3000–3007, 2003.

JAMROZIK, J.; SCHAEFFER. L. R. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regression for yield traits of first lactation Holstein. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 4, p. 762-770, 1997.

JAMROZIK, J.; SCHAEFFER. L. R.; DEKKERS, J. C. M. Genetic evaluation of dairy cattle using test day yields and random regression model. **Journal of Dairy Science**, v.80, n. 6, p. 1217-1226, 1997.

JENSEN, J. Genetic evaluation of dairy cattle using Test-day models. **Journal of Dairy Science**. V.84, p.2803-2812, 2001.

JOHNSON, D.; MEINERT, T.; STEINE, T.; WILMINK, J.B.M. Milk recording accuracy and it's impact on genetic evolutions. In: INTERBULL ANNUAL MEETING. **Proceedings...** Praga, República Tcheca. 1995.

JOHANSSON, I., AND HANSSON, A. Causes of variation in milk and butter far yield in **dairy cows**. Kungl. Landtbr. Akad. Tidskr., 79:1-127, 1940.

KIRKPATRICK, M.; LOFSVOLD, D.; BULMER, M. Analysis of the inheritance, selection and evolution of growth trajectories. **Genetics**, v.124, p.979-993, 1990.

KIRKPATRICK, M.; HILL, W.G.; THOMPSON, R. Estimating the covariance structure of traits during growth and aging, illustrated with lactations in dairy cattle. **Genetics Research**, v.64, p.57-69, 1994.

KUMAR, V., Syadav, R.S., and Melha, O.P. Effect of persistency on milk under organised farm management condition. Ind. **J. Anim. Sci.** 69(2):134-138, 1999.

LEAN, I.J., GALLAND, J.C., AND SCOTT, J.L. Relationships between fertility, peak milk yields and lactational persistency in dairy cows. **Theriogenology**. 31(5):1093- 1103, 1989.

LUDWICK, T.M.; PETERSEN, W.E. A measure of persistency of lactation of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.26, p.439-445, 1943.

MADSEN, O. A comparison of some suggested measures of persistency of milk yield in dairy cows. **Animal Production**. v. 20, p. 191-197, 1975.

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

MELO, C. M. R; GONÇALVES, T. M; MARTINEZ, M. L; VERNEQUE, R. S; OLIVEIRA, A. I. G; FREITAS, R. T. F. Avaliação genética de touros usando produção em lactação completas ou parciais projetadas. 2. Correlação e coincidência de ordem de “rank”. **R. Bras.Zootec**, v. 29, n.3, p.715-719, 2000.

MELO, C. M. R; PACKER, I. U. COSTA, C. N; MACHDO, P. F. 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.

MERCADANTE, M. E.Z; PACKER, I. U; RAZOOK, A. G; MELO, C. M. R. Dias ao parto de fêmeas Nelore de um experimento de seleção para crescimento. I – Modelos de Regressão Aleatória. **R. Bras.Zootec**, v. 31, n.4, p.1726-1733, 2002.

MEYER, K. et al. Estimates of genetic parameters for first lactation test day production of Australian Black and White cows. **Livestock Production Science** v.21, p.177-199, 1989.

MEYER, K. Modeling ‘repeated’ records: covariance functions and random regression models to analyze animal breeding data. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6. 1998a, Armidale, **Proceedings**.. Armidale, 1998b. v.25, p.517-520. 6. 1998a.

MEYER, K. Estimating covariance functions for longitudinal data using a random regression model. **Genetic Selection Evolution** 30:221-240. 1998b.

MEYER, K. Estimates of direct and maternal covariance functions for growth of Australian beef calves from birth to weaning. **Genetic Selection Evolution**, v.33, p.487-514, 2001.

MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth of Australian beef cattle from a large set of data. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proccedings...**Montpellier: [s.n.], 2002. (CD-ROM).

NOBRE, P. R. C.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S. et al. Analyses of grwth curves of Nellore cattle by multiple-trait and random regression models. **Journal of Animal Science.**, v. 81, p.918 – 926, 2002.

NORMAN, H.D.; Van RADEN, P.M.; WRIGHT, J.R.; CLAY, J.S. Comparison of test interval and best prediction methods for estimation of lactation yield from monthly a.m. – p.m., and tri-monthly testing. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.438 – 444. 1999.

PANDER, B.L. et al. Genetic parameters of day records of British Holstein-Friesian heifers. **Animal Production**, v.55, p.11-21, 1992.

PTAK, E.; SCHAEFFER, L.R. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. **Livestock Production Science**, v. 34, p. 23-34, 1993.

REENTS, L.R; DOPP, M. SHMUTZ; REINHARDT, F. Impact of application of a test day model to dairy production traits on genetic evaluations of cows. **Vereinigte informationssysteme tierhaltung w.v.** (vit), heidweg 1, D-27283, Verdem, Germany 1996.

REKAYA, R.; CABAÑO, M.; TORO, M. Use of test-day yields for the genetic evaluation of production traits in Holstein-Friesian cattle. **Livestock Production Science**, v. 34, p. 23-34, 1999.

SAKAGUTI, E. S. **Funções de covariâncias e modelos de regressão aleatória na avaliação genética do crescimento de bovinos jovens da raça Tabapuã**. 81f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

SHAEFFER, L.R.; DEKKERS, J. C. M. Random regression in animal model for test-day production in dairy cattle. In: **WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION**, 5, Guelph, Proceedings... Guelph, 1994, v, 17, p. 443 – 446, 1994.

SHAHRBABAQ, M.M. **Feasibility of random regression models for Iranian Holstein testday records**. Thesis (PHD) – University of Guelph, Guelph, Canadá. 138p, 1996.

SHANKS, R.D., BERGER, P.J., AND FREEMAN, A.E.. Genetic aspects of lactation curves. **Journal of Dairy Science**. 64(9):1852-1860, 1981

SÖLKNER, J., AND FUCHS, W. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of Test-day milk yields. **Livestok. Produccion. Sci.** v.16, p.305-319, 1987.

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

SCHNEEBERGER, M. Inheritance of lactation curve in Swiss Brown cattle. **Journal of Dairy Science**. 64(3):475-483, 1981.

SWALVE, H.H. The effect of test day models on the estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.4, p.929-938, 1995.

TEKERLI, M., Akinci, Z., Dogan, I., and Akcan, A. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. **Journal of Dairy Science**. 83(6):1381-1386, 2000.

Van Raden, P.M. Best prediction of lactation yield and persistency. In: **Proceedings 6th world congress genetic applied livestock production**. Armidale, New South Wales, Australia. p. 347-350, 1998.

VARGAS, A. D.; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L.; MACHADO, P. F.; CASSOLI, L. D. Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e em 305 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.5, p.1959-1965, 2006.

WILMINK, J.B.M. Adjustment of test-day milk, fat and protein yields for age, season and stage of lactation. **Livestock Production Science**, v. 16, p. 335-348, 1987.

WILMINK, J.B.M.; GALESLOOT, P.; JOHNSON, D.; OUWELTJES, W.; ROSATI, A.; SCHAEFFER, L.; STEINE, T.; Van RADEN, P. Final report of the ICAR-INTERBULL working group on milk recording accuracy and its impact on genetic evaluations, ICAR-CONFERENCE, 31., **Proceedings...**, Rotorua, New Zealand, 1998.

WOOD, P.D.P. Algebraic model of lactation curve in cattle. **Nature**, v.216, n.5111, p.164-165, 1967.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics**, v.22, n.4, p.1079- 1106, 1993.

CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DE DADOS SOBRE A ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS USANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA

INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DE DADOS SOBRE A ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS USANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA

RESUMO – Para o presente estudo foram utilizadas 3.202 primeiras lactações de vacas da raça Holandesa pertencentes a quatro fazendas da região Sudeste, registradas semanalmente, com o objetivo de verificar a influência da estrutura de dados de produção de leite no decorrer da lactação, sobre os parâmetros genéticos estimados por modelos de regressão aleatória. Foram testados quatro arquivos contendo estruturas diferentes de dados. O arquivo de controles semanais (CS) contava com 122.842 controles, o arquivo mensal (CM), 30.883 controles, o bimestral (CB) conteve 15.837 controles e por fim o arquivo de controles trimestrais (CT) foi composto de 12.702 controles. O modelo utilizado foi o de regressão aleatória e como aleatórios foram considerados os efeitos genético aditivo e o de ambiente permanente de animal. A ordem das funções de covariância para estes dois efeitos foi de sexta ordem para efeito genético aditivo e de sétima ordem para o efeito de ambiente permanente, com variâncias residuais heterogêneas. A estrutura de variâncias residuais foi modelada por meio de uma “*step function*”. O modelo teve como efeito fixo os grupos de contemporâneos (GC) comuns para todos os arquivos de dados. GC foram compostos por fazenda, mês e ano do controle como co-variável idade da vaca ao parto (regressão linear e quadrática) e o número de dias em lactação (regressão fixa para a média populacional). Todos os arquivos de dados estudados apresentaram arquivo de genealogia composto por 6.640 animais com 3.202 mães e 228 touros. As estimativas de herdabilidade apresentaram tendências semelhantes entre os arquivos de dados analisados, com maior semelhança entre os bancos CS, CM e CB. O banco CT, apresentou pequenas diferenças nas estimativas de herdabilidades, em relação aos demais. O arquivo de dados CB (Controles Bimestrais) apresentou todas as estimativas de parâmetros genéticos analisadas com a mesma tendência e magnitudes semelhantes aos arquivos CS e CM, permitindo a afirmar que não houve influência da estrutura dos dados sobre as

estimativas dos componentes de covariância entre os arquivos CS, CM e CB. Assim, o controle leiteiro poderia ser realizado em uma estrutura CB, visando assim, otimizar os intervalos entre controles, no que diz respeito à aplicação dos modelos de regressão aleatória em avaliações genéticas.

Palavras-chave – Avaliação genética, bovinos de leite, dados longitudinais, funções de covariância, produção de leite no dia do controle.

INTRODUÇÃO

As produções de leite no dia do controle (PLDC) são usadas, geralmente, para o cálculo da produção aos 305 dias de lactação (P305), que é a característica usada nas avaliações genéticas para a produção de leite. Para o cálculo da P305 são, normalmente, aplicadas fórmulas ou fatores de extensão para lactações ainda em andamento. O problema quando da aplicação de fatores de extensão médios é a pressuposição de que as lactações possuem, no mínimo, uma duração de 305 dias e que não há variabilidade na forma da curva dos animais, ou seja, diminui variabilidade genética para a produção (SHAHRBABA, 1996).

Os modelos de regressão aleatória (MRA) têm se tornado uma alternativa padrão para análises genéticas de medidas repetidas ou de dados longitudinais, definidos como aqueles que são tomadas várias vezes na vida do mesmo animal. De acordo com SCHAEFFER (2004), os MRA têm sido mais utilizados para avaliações genéticas de bovinos leiteiros utilizando a produção de leite no dia do controle (PLDC). Esses modelos apresentam a vantagem de ajustar as produções de leite em cada controle, permitindo descrever os efeitos ambientais específicos que interferem na produção, além de possibilitar a estimação de curvas de lactação genéticas para cada animal, como desvio da curva de lactação média.

Um dos entraves dos MRA está relacionado à exigência de memória e tempo computacional para a realização de avaliações genéticas em larga escala. Modelagens alternativas têm sido propostas para diminuir o número de parâmetros a serem estimados,

como o uso de funções de variâncias para modelar a estrutura de variâncias residuais e funções de correlações paramétricas para descrever a estrutura de correlações de ambiente permanente devido ao animal (MEYER, 2001 e ALBUQUERQUE e MEYER, 2005).

A estrutura dos dados deve, certamente, exercer grande influência na estimação dos parâmetros genéticos obtidos pelos MRA (MEYER, 1998a). Estudos de gado de leite e corte encontraram maiores herdabilidades nos pontos extremos da lactação, período que têm sido estimadas as maiores herdabilidades que nos demais estágios (MELO et al, 2000; EL FARO e ALBUQUERQUE, 2005; ALBUQUERQUE e EL FARO, 2008 e BIGNARDI et al., 2008), sugerindo que a menor quantidade de informações neste período influenciava as estimativas. Além disso, alguns trabalhos têm constatado correlações genéticas negativas entre as produções do início e do final da lactação (MEYER, 1998b; COBUCI et al, 2000; BIGNARDI et al., 2008).

Embora vários trabalhos envolvendo modelos de regressão aleatória para a produção de leite em diferentes raças tenham sido conduzidos (SHAHRBABA, 1997; FIRAT et al, 1997; FERREIRA et al., 2003; COBUCI et al., 2005; MELO et al., 2005; VARGAS et al., 2006; BIGNARDI et al., 2008 e EL FARO et al., 2008) para raça Holandesa, (BONGANHI, 1990; EL FARO e ALBUQUERQUE, 2003 e 2005 e HERRERA et al., 2008), para a raça Gir, ainda não foi determinado qual a melhor frequência de dados e a melhor estrutura para se aplicar tais modelos em bovinos de leite.

A existência de lactações curtas, inerentes para as raças zebuínas pode afetar as estimativas de parâmetros genéticos, superestimando os valores genéticos de touros com lactações curtas. No caso das raças taurinas, apesar da ocorrência de lactações curtas não ser um problema, a existência de uma estrutura de dados de controles leiteiros ruim pode também resultar em estimativas de parâmetros genéticos viciados. Por isso, deve-se determinar qual a estrutura que apresente uma melhor consistência para a aplicação de tais modelos com um menor custo para as associações e produtores, sem que isso comprometa as estimativas de parâmetros genéticos e por consequência a classificação dos touros de uma determinada população.

SHAHRBABA (1997) foi um dos poucos que estimou parâmetros genéticos utilizando MRA em diferentes conjuntos de dados com variações no número de controles por animal na lactação, comparando os resultados com uma estrutura de dados referência em que os animais tinham controles mensais. O autor concluiu que um esquema bimestral de controle leiteiro poderia ser uma alternativa quando se busca reduzir os custos de programas de melhoramento, particularmente em países em desenvolvimento.

JOHNSON et al., (1995) também estudaram os efeitos de diferentes estruturas de controle leiteiro sobre as estimativas de parâmetros genéticos, estimativas de valores genéticos e nas mudanças de classificação de touros, mas usando a produção de leite aos 305 dias. Já OUWELTJES e WILMINK (1990); WILMINK et al (1998); GALESLOOT et al. (1998) e NORMAN et al., (1999), concluíram que ocorreram variações nos resultados de baixa a média magnitudes e pequenas mudanças de classificação de touros, quando analisaram arquivos contendo diferentes estruturas de freqüências e número de controles leiteiros por animal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de diferentes estruturas de dados sobre as estimativas de funções de covariância para os efeitos genéticos aditivos e de ambiente permanente e, sobre os parâmetros genéticos de animais para a produção de leite no dia do controle, aplicando-se modelos de regressão aleatória.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 3.202 primeiras lactações de vacas da raça Holandesa, provenientes de quatro fazendas da região Sudeste, principalmente de São Paulo, com partos registrados no período de 1995 a 2003. As propriedades possuíam controles leiteiros realizados semanalmente ou diariamente, sendo que o esquema semanal foi a base de comparação com os demais esquemas. Foi utilizado um banco de dados em que todos os animais foram controlados semanalmente, o qual foi considerado o arquivo completo (CS). A partir deste, foram criados arquivos que diferiram quanto à freqüência de controles por animal na lactação. Os parâmetros genéticos foram estimados utilizando-se modelos de

regressão aleatória. Na análise foi empregado um modelo animal, unicarácter, tendo como variável resposta a produção de leite em cada controle. Como efeitos fixos foram considerados os grupos de contemporâneos, definidos por fazenda, mês e ano do controle, além da idade da vaca ao parto como covariável (efeito linear e quadrático) e do número de dias em lactação (regressão fixa para a média populacional). Como aleatórios, foram incluídos os efeitos genéticos diretos, efeito de ambiente permanente e ambiente temporário.

As regressões fixa e aleatórias foram sobre polinômios de Legendre do número de dias em lactação. O modelo de regressão aleatória preliminar pode ser descrito por:

$$y_{ij} = F + \sum_{m=0}^{k_b-1} \beta_m \phi_m(t_i) + \sum_{m=0}^{k_a-1} \alpha_{jm} \phi_m(t_{ij}) + \sum_{m=0}^{k_p-1} \gamma_{jm} \phi_m(t_{ij}) + E_{ij}$$

y_{ij} = produção de leite do i-ésimo controle, pertencente ao j-ésimo animal;

F = conjunto de efeitos fixos, exceto as covariáveis dias de lactação sobre a produção;

β_m = conjunto de m regressores fixos para a curva média da população;

$\phi_m(t_i)$ = função de regressão de ordem k_b , que descreve a curva média da população de acordo com o dia de lactação (t_i);

$\phi_m(t_{ij})$ = Função de regressões, que descrevem as trajetórias de cada indivíduo J , de acordo com o dia da lactação (T_{ij}), para os efeitos aleatórios genéticos aditivos e de ambiente permanente;

α_{jm} , γ_{jm} = são os m regressores aleatórios genéticos-aditivos e de ambiente permanente, para cada animal j ;

k_b , k_a e k_p = são as ordens dos polinômios ou das funções lineares utilizadas para os efeitos descritos acima;

E_{ij} = erro aleatório associado a cada controle i do animal j .

Na forma matricial o modelo pode ser representado por:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wap} + \mathbf{e} \quad (1)$$

em que:

$\mathbf{y}$ = vetor das observações, medidas em N_d animais;

$\mathbf{b}$ = o vetor de efeitos fixos que inclui as soluções para grupo contemporâneo e para as covariáveis, idade ao parto e dia de lactação;

$\mathbf{a}$ = o vetor de soluções para os coeficientes de regressão aleatórios genético-aditivos;

$\mathbf{ap}$ = o vetor de soluções para os coeficientes de regressão aleatória de ambiente permanente;

$\mathbf{e}$ = o vetor dos N diferentes resíduos;

$\mathbf{X}, \mathbf{Z}, \mathbf{W}$ = matrizes de incidência para os efeitos fixos, aleatórios genéticos-diretos e de ambiente permanente, respectivamente.

A dimensão do vetor $\mathbf{a}$ é de $k_a \times N_A$, sendo que k_a representa o número de parâmetros da função de regressão, N_A , o número de animais na matriz de parentesco. O vetor $\mathbf{ap}$ tem dimensão de $K_{ap} \times N_D$ coeficientes, sendo que k_p representa o número de parâmetros da função de regressão por ambiente permanente e N_D , o número de animais com registro. Em geral, N_A é maior que N_D .

As pressuposições em relação aos componentes foram:

$$\mathbf{E} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{ap} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Xb} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}; \mathbf{e}$$

$$\mathbf{V}(\mathbf{a}) = \mathbf{K}_a \otimes \mathbf{A};$$

$$V(ap)=K_{ap} \otimes I_{Nd};$$

$$V(e)=R;$$

em que K_A e K_P são as matrizes de (co)variância entre os coeficientes de regressão aleatórios genético-aditivos e de ambiente permanente, respectivamente. Assumiu-se nesse modelo que os coeficientes de regressão aleatórios para efeitos aditivos e de ambiente permanente foram não correlacionados: A é a matriz de parentesco entre os indivíduos;

I_{Nd} é a matriz de identidade de dimensão Nd ; $\otimes$ é o produto de Kroeneker entre matrizes;

R representa uma matriz bloco diagonal, contendo as variâncias residuais. Foi considerada, uma estrutura heterogênea de variâncias residuais.

Dado o modelo de Regressão Aleatória e as pressuposições associadas aos momentos, as Equações de Modelos Mistos (EMM) serão:

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z & X'R^{-1}W \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + K_a \otimes A^{-1} & Z'R^{-1}W \\ W'R^{-1}X & W'R^{-1}Z & W'R^{-1}W + K_{ap} \otimes I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{ap} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \\ WR^{-1}y \end{bmatrix}$$

Os componentes de variância foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), usando um algoritmo livre de derivadas, disponível no pacote WOMBAT (MEYER, 2006).

A escolha da ordem das funções de covariância (FC) para ambos efeitos aleatórios (genético aditivo e de ambiente permanente de animal) e da estrutura das variâncias residuais foi feita com base nos resultados de BIGNARDI et al. (2008), que trabalharam com a mesma característica e parte do banco de dados que foi usado no presente estudo. Os autores indicaram um modelo de regressão aleatória que utilizou um polinômio de Legendre

de sexta ordem para o efeito genético aditivo ($k_a=5$) e de sétima ordem para o efeito de ambiente permanente, com ($k_c=6$), variâncias residuais heterogêneas, modeladas por meio de uma “*step function*”, contendo seis classes de variâncias (1-1; 2-2; 3-3; 4-6; 7-12; 13-43), após comparar os modelos pelos critérios de informação de Akaike e o Bayesiano de Schwarz (Wolfinger, 1993).

Os diferentes subconjuntos de dados usados para verificar a influência da estrutura dos dados sobre a estimação dos parâmetros genéticos para produção de leite consideraram as seguintes estruturas quanto à frequência do controle leiteiro:

- I) Controle semanal – (CS): todos os animais foram controlados semanalmente da 1ª até a 43ª semana de lactação, compreendendo os 305 dias. Esta foi considerada a situação ideal ou referência que serviu de base de comparação para as demais estruturas.
- II) Controle mensal – (CM): todos os animais foram controlados mensalmente do 1º ao 10º mês da lactação.
- III) Controle bimestral – (CB): todos os animais foram controlados bimestralmente dando origem a cinco classes de controles por animal, abrangendo os seguintes meses de lactação: 1º, 3º, 5º, 7º, 10º.
- IV) Controle trimestral – (CT): todos os animais foram controlados trimestralmente dando origem a quatro classes de controles, abrangendo os seguintes meses de lactação: 1º, 4º, 7º, 10º.

Os componentes de variância e os parâmetros genéticos estimados para os diferentes conjuntos de dados citados foram comparados com os obtidos no arquivo semanal e suas correlações comparadas via correlações de Pearson e Spearman.

Nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e na Figura 1, pode ser observado que houve um aumento na produção média do leite até o pico da lactação, com ligeiro decréscimo em todos os arquivos testados, com mesma tendência e magnitudes entre os quatro bancos de dados. Na Figura 1 verificou-se que as curvas de produção mantiveram tendências e magnitudes

semelhantes e que a realização do controle em períodos diferentes da lactação não influenciou a forma da curva média de produção de leite.

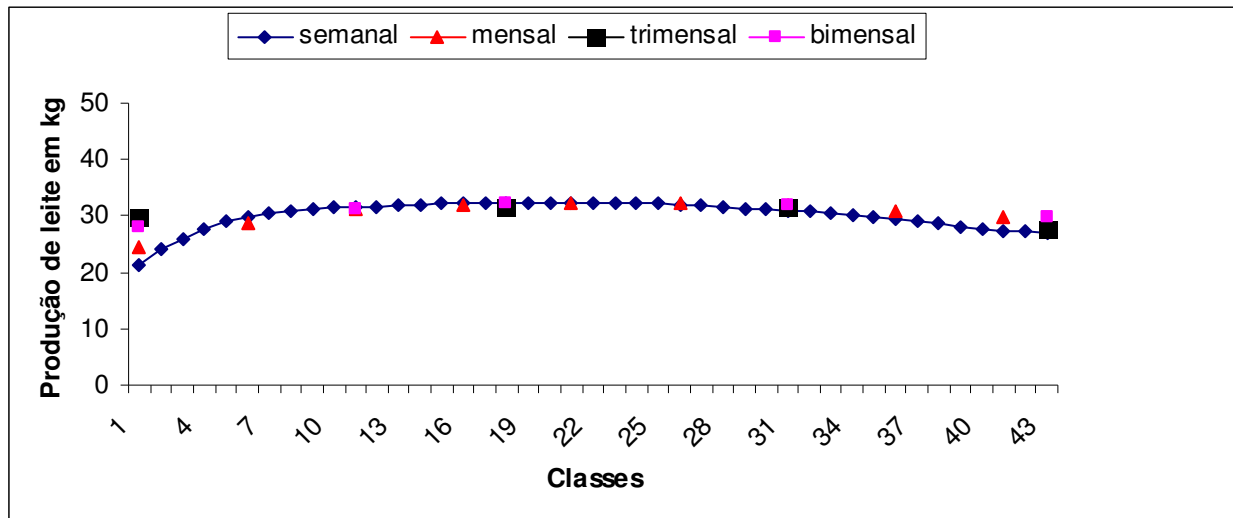


Figura 1 – Curva de produção média diária de leite (kg) para os quatro arquivos de estruturas diferentes de animais da raça Holandesa.

Tabela 1. Semanas, número de observações, média, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) da produção de leite no dia do controle.

Semanas	Nº de observações	Média	DP	CV(%)
1	1962	21,28	5,75	27,06
2	2448	23,98	5,98	24,96
3	2658	26,00	6,21	23,90
4	2767	27,67	6,36	23,00
5	2875	28,93	6,47	22,36
6	2877	29,81	6,49	21,78
7	2882	30,46	6,51	21,37
8	2926	30,79	6,51	21,16
9	2916	31,08	6,55	21,08
10	2916	31,40	6,43	20,47
11	2924	31,58	6,50	20,58
12	2949	31,59	6,56	20,77
13	2933	31,82	6,59	20,73
14	2968	31,98	6,69	20,92
15	2936	32,11	6,78	21,13
16	2915	32,15	6,90	21,47
17	2920	32,28	6,92	21,44
18	2930	32,23	6,99	21,70
19	2930	32,23	6,91	21,44
20	2934	32,19	7,06	21,94
21	2944	32,15	7,24	22,53
22	2947	32,12	7,18	22,37
23	2922	32,33	7,09	21,94
24	2944	32,18	7,27	22,60
25	2930	32,13	7,36	22,91
26	2916	31,98	7,20	22,52
27	2913	31,86	7,30	22,92
28	2897	31,66	7,43	23,47
29	2902	31,18	7,34	23,53
30	2915	31,20	7,36	23,60
31	2945	30,99	7,33	23,67
32	2937	30,68	7,36	24,00
33	2944	30,51	7,39	24,23
34	2983	30,19	7,40	24,53
35	2985	29,84	7,52	25,22
36	2968	29,52	7,45	25,26
37	2997	29,10	7,56	25,98
38	2998	28,54	7,47	26,18
39	3006	28,03	7,71	27,51
40	2843	27,76	7,76	27,98
41	2660	27,32	7,73	28,31
42	2487	27,20	7,75	28,49
43	2293	26,92	7,80	28,98

Tabela 2. Meses, número de observações, média, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) da produção de leite no dia do controle.

Meses	Nº de observações	Média	DP	CV(%)
1	3001	24,52	6,13	25,01
2	3136	28,65	6,56	22,92
3	3103	31,18	6,64	21,30
4	3096	31,89	6,68	20,94
5	3103	32,28	7,01	21,72
6	3102	32,42	7,28	22,47
7	3081	31,93	7,36	23,07
8	3121	30,99	7,41	23,91
9	3163	29,65	7,53	25,39
10	2977	27,71	7,67	27,68

Tabela 3. Bimestres, número de observações, média, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) da produção de leite no dia do controle.

Bimestres	Nº de observações	Média	DP	CV(%)
1	3201	28,12	6,57	23,37
2	3142	31,21	6,65	21,32
3	3158	32,37	7,06	21,80
4	3134	32,02	7,29	22,79
5	3202	29,816	7,54	25,30

Tabela 4. Trimestres, número de observações, média, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) da produção de leite no dia do controle.

Trimestres	Nº de observações	Média	DP	CV(%)
1	3202	29,71	6,60	22,24
2	3187	31,44	6,67	21,24
3	3181	31,61	7,30	23,10
4	3132	27,50	7,70	27,99

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de leite média nos diferentes arquivos CS, CM, CB, CT demonstrou que os diferentes intervalos de controles não alteraram as estimativas das médias gerais das lactações (Tabela 5).

Tabela 5 – Estrutura dos arquivos de dados, número de observações em cada estrutura (OBS), número de grupos de contemporâneos em cada banco de dados (GC), número de touros, mães e animais, produção média por período e número de lactações em cada arquivo estudado.

Período	OBS	GC	Touros	Mães	Animais	Produção Média/kg	Lactações
CS	122.840	335	228	3.202	3.202	30,16	3.202
CM	30.883	335	228	3.202	3.202	30,12	3.202
CB	15.837	335	228	3.202	3.202	30,71	3.202
CT	12.702	335	228	3.202	3.202	30,07	3.202

CS=semanal; CM=mensal; CB=bimestral; CT=trimestral.

As estimativas dos componentes de variância genética para as PLDC para o banco CS apresentaram tendência praticamente constante do início ($7,71 \text{ kg}^2$), até em torno da 20ª semana de lactação ($6,81 \text{ kg}^2$), aumentando a partir deste ponto até $15,11 \text{ kg}^2$ na 43ª semana de lactação (Figura 2). Resultados semelhantes foram relatados por BIGNARDI et al. (2008), trabalhando com parte deste banco de dados. Os demais arquivos, representando as frequências mensais, bimestrais e trimestrais apresentaram a mesma tendência, sendo que as magnitudes das variâncias genéticas foram bem próximas às estimadas no banco semanal.

As variâncias genéticas para as PLDC dos bancos CS, CM, CB, CT apresentaram mesma tendência durante toda a lactação e também apresentaram maior variabilidade a

partir da 30^a semana de lactação, sugerindo que a utilização de diferentes freqüências de controles entre os arquivos analisados não acarretou em uma mudança nas tendências e magnitudes das variâncias genéticas entre os arquivos estudados.

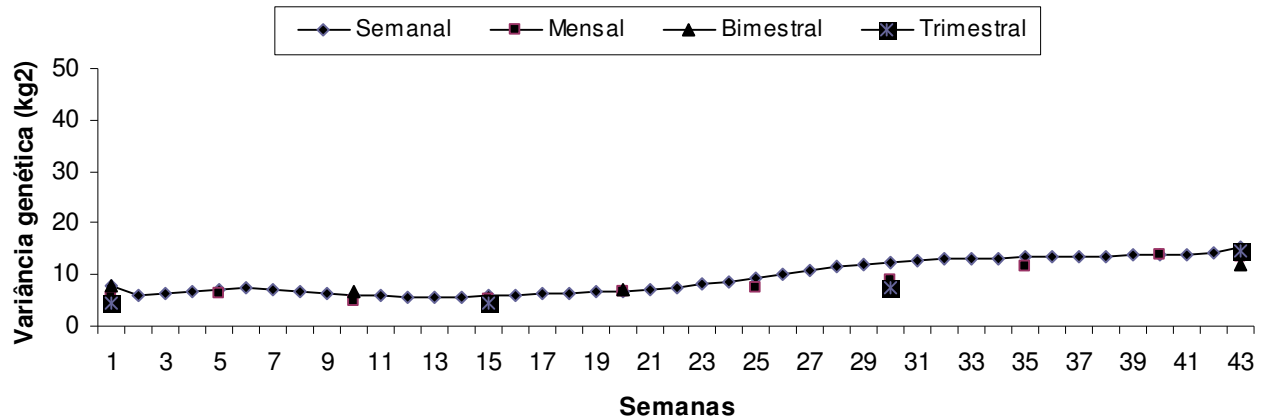


Figura 2 – Estimativas de variâncias genéticas para as produções de leite no dia do controle de quatro estruturas diferentes de dados quanto à freqüência de controles, usando modelo de regressão aleatória para vacas da raça Holandesa.

Com relação às variâncias de ambiente permanente (Figura 3), todos os bancos analisados apresentaram a mesma tendência, mas com magnitudes iniciais diferentes, com destaque para o banco CM que apresentou a maior magnitude inicial (30,7 kg²) e menor valor de estimativa final (14,70 kg²), compensando a diferença existente nas variâncias residuais (Figura 4).

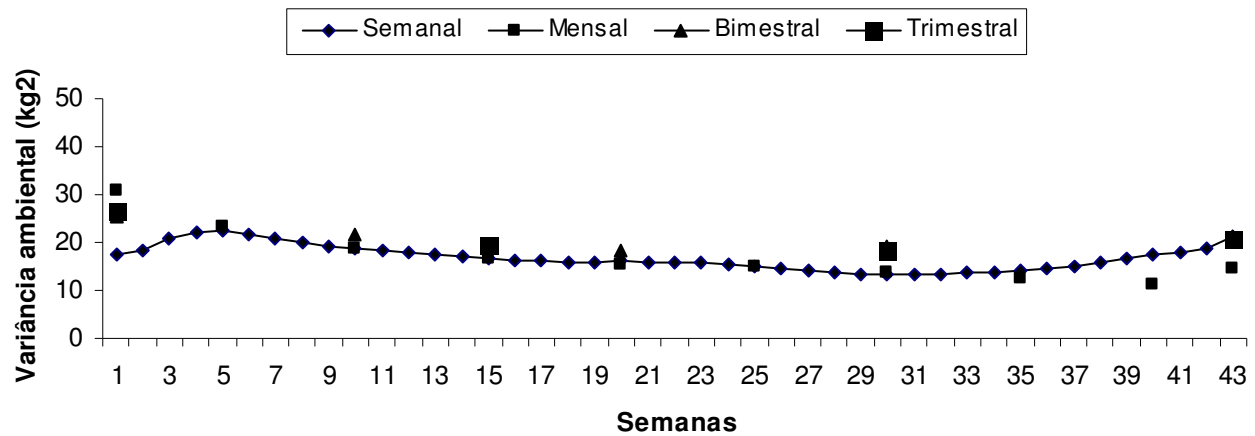


Figura 3 – Estimativas de variâncias de ambiente permanente para as produções de leite no dia do controle de quatro estruturas diferentes de dados quanto à freqüência de controles, usando modelo de regressão aleatória para vacas da raça Holandesa.

As variâncias residuais para as PLDC (Figura 4) para o arquivo contendo a freqüência semanal foram praticamente constantes durante todo o período analisado. Embora para as demais estruturas a tendência tenha sido bastante parecida, os valores apresentaram diferenças mais acentuadas em relação aos componentes de variância para os demais efeitos.

As variâncias fenotípicas estimadas para o banco CS apresentaram, inicialmente, um valor de 35,79 kg², oscilando um pouco até a 13ª semana e aumentando gradativamente até a 43ª semana de lactação (Figura 5). Tendência semelhante, mas com magnitudes inferiores foram descritas por BIGNARD et al., (2008) e magnitudes superiores com mesma tendência foram relatadas por SHAHRBABA (1997). Algumas pequenas diferenças foram observadas entre as diferentes estruturas (mensais, bimestrais e trimestrais) no primeiro e no último controles.

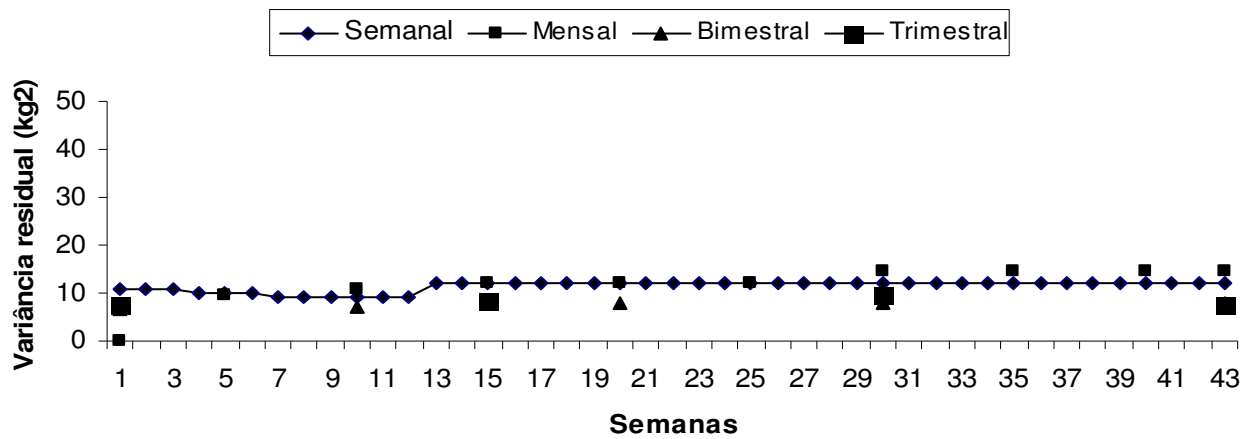


Figura 4 – Estimativas de variâncias residuais para as produções de leite no dia do controle de quatro arquivos de estruturas diferentes usando modelo de regressão aleatória para vacas da raça Holandesa.

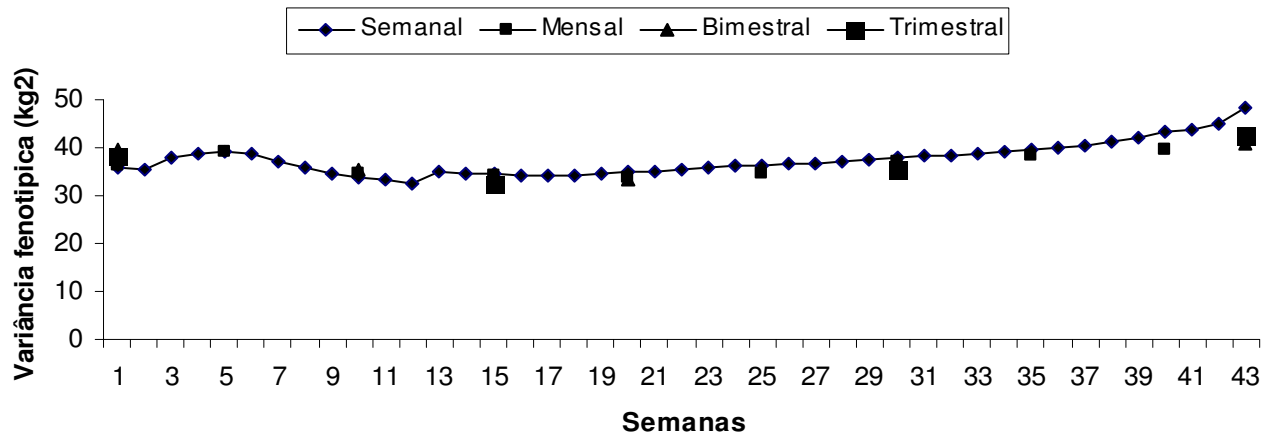


Figura 5 – Estimativas de variâncias fenotípicas para as produções de leite no dia do controle de quatro arquivos de estruturas diferentes usando modelo de regressão aleatória para vacas da raça Holandesa.

Para todos os bancos de dados analisados as estimativas de herdabilidade para as PLDC apresentaram, de maneira geral, pequenas oscilações e tendências de crescimento de forma que os maiores valores ocorreram na fase final da lactação. No arquivo de dados CS, as herdabilidades variaram de 0,17 a 0,33. A primeira metade da lactação apresentou menores valores de herdabilidade que a segunda metade, sendo que a maior estimativa ocorreu na 32ª semana (Figura 6). Valores equivalentes foram relatados por COSTA et al. (2008) e MELO et al. (2005) trabalhando com primeiras lactações de vacas Holandesas no Brasil. Já SHAHRBABA (1997) trabalhando com primeiras lactações de vacas Holandesas do Irã obteve estimativas superiores, variando de 0,32 aos 30 dias de lactação a 0,48 aos 305 dias de lactação.

As tendências e valores das estimativas de herdabilidades para as PLDC dos bancos CM e CB foram muito próximos das observados para o banco semanal. Para a PLDC dos animais do arquivo CB as estimativas de herdabilidades variaram de 0,19 na fase inicial da lactação até 0,29 na fase final. As estruturas de dados dos arquivos CM e CB apresentaram estimativas de parâmetros genéticos para as PLDC semelhantes ao banco CS, há a possibilidade de utilizar estas estruturas para estimativas de herdabilidades com magnitudes inferiores, às obtidas nos demais arquivos, em toda a lactação, exceto no período final.

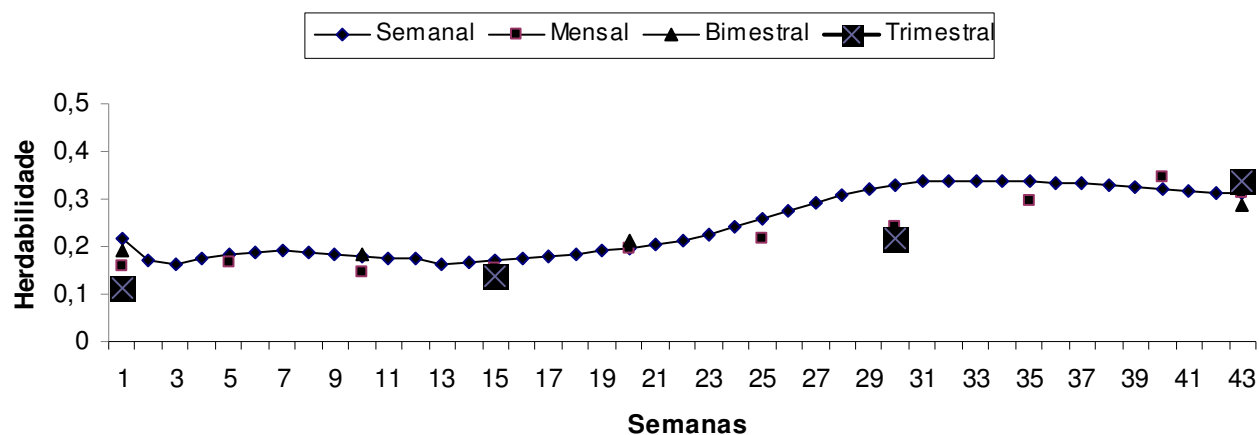


Figura 6 – Estimativas de herdabilidades para as produções de leite no dia do controle de arquivos de dados com controles semanais, mensais, bimestrais e trimestrais de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa usando modelo de regressão aleatória.

Independente da estrutura, todos os bancos analisados apresentaram maiores estimativas de herdabilidade para as PLDC na fase final da lactação, a partir do 30º controle, ou seja, na segunda metade da lactação, sendo também neste período da lactação que as variâncias genéticas de todas as freqüências estudadas apresentam maiores estimativas, possibilitando assim maior eficiência de seleção para maximizar o ganho genético para a produção de leite e para a forma da curva nessa fase.

As estimativas de correlações genéticas entre as produções de leite das diversas estruturas (Figura 7) variaram de -0,27 a 0,99 no arquivo semanal (CS), -0,08 a 0,99, no banco de controle mensal (CM), de -0,02 a 0,98, para o arquivo bimestral (CB) e de -0,64 a 0,61 para o banco trimestral (CT). As correlações genéticas negativas sempre ocorreram entre as produções do início da lactação com as produções finais da lactação.

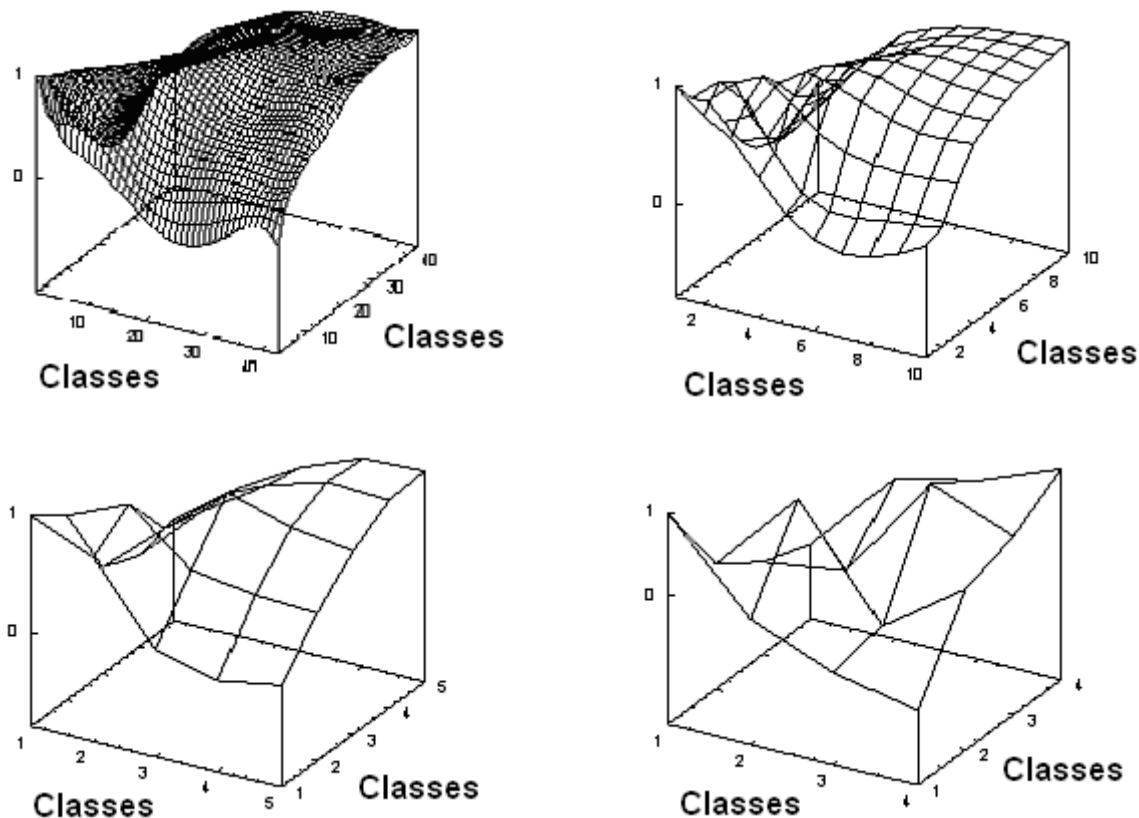


Figura 7 – Correlações genéticas para as PLDC dos arquivos com estrutura semanal (acima à esquerda), mensal (acima à direita), bimestral (abaixo à esquerda) e trimestral (abaixo à direita), de bovinos da raça Holandesa usando modelo de regressão aleatória.

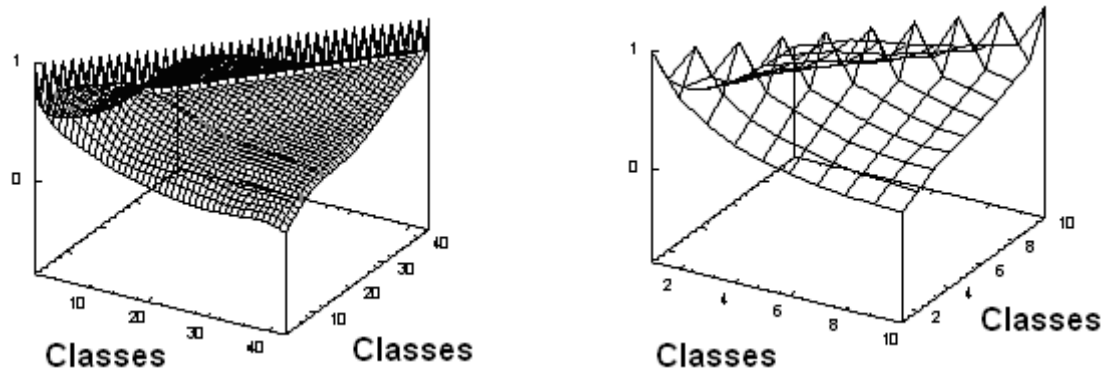
Para todas as estruturas estudadas, as superfícies mostraram que ocorreram oscilações nas estimativas de correlação genética, quando o desejável seriam superfícies mais planas, sem grandes oscilações. De maneira geral, as estimativas foram maiores quanto mais próximos os controles leiteiros, diminuindo à medida que aumentou a distância entre os mesmos. Com exceção do banco CT as superfícies de todas as estruturas analisadas apresentaram tendências semelhantes, com magnitudes elevadas para os controles mais próximos e menores magnitudes para os controles mais distantes. O banco CT apresentou altas estimativas de correlações genéticas negativas para as PLDC e correlações positivas intermediárias, o que pode ser devido à maior distância entre os

controles e ao menor número de controles analisados neste arquivo de dados. Isso pode sugerir que as estimativas foram afetadas pela estrutura dos dados, no caso do banco CT.

O banco CS apresentou correlações genéticas altas e positivas para (PLDC) entre todos os períodos da lactação. Já o CM apresentou a mesma tendência de superfície que o CS e CB, mas com correlações negativas mais baixas que o arquivo CS na fase intermediária da lactação, diferindo dos resultados apresentados por SHAHRBABA (1996); VARGAS et al. (2006) e BIGNARDI et al. (2008) que obtiveram todas as estimativas positivas para animais da raça Holandesa utilizando controles mensais.

Os valores estimados de correlações genéticas entre as PLDC revelaram que à medida que aumentou os intervalos entre os controles nos arquivos CS, CM e CB, as magnitudes negativas aumentaram, enquanto as magnitudes positivas se mantiveram constantes. Assim, a seleção para a produção em qualquer período levaria a um ganho semelhante na produção de leite nos demais quando considerando a estrutura CS, CM e CB.

As correlações fenotípicas, assim como as genéticas, apresentaram tendências e superfícies semelhantes para as diferentes estruturas testadas (Figura 8). Da mesma maneira, como o arquivo CT possuía menor número de informações, a superfície apresentou oscilações mais visíveis que para as demais estruturas.



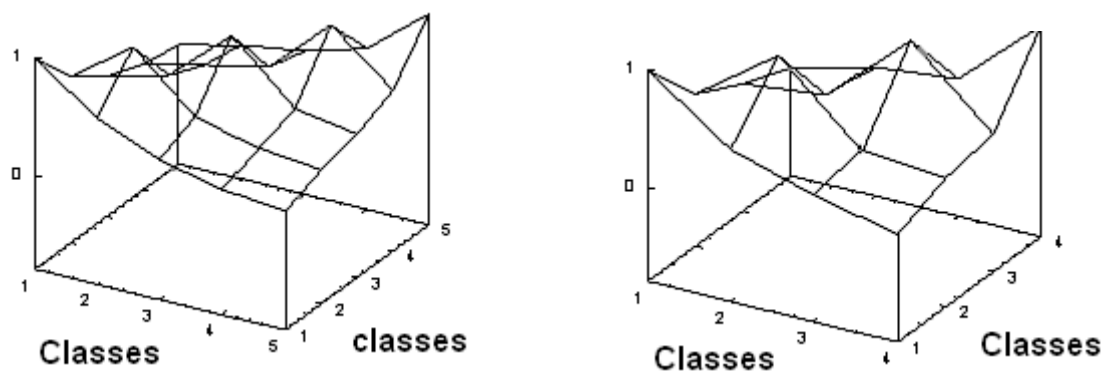


Figura 8 – Correlações fenotípicas para as PLDC dos arquivos com estrutura semanal (acima à esquerda), mensal (acima à direita), bimestral (abaixo à esquerda) e trimestral (abaixo à direita) de bovinos da raça Holandesa usando modelo de regressão aleatória.

De maneira geral, as correlações fenotípicas foram maiores entre os controles adjacentes e apresentaram menores magnitudes que as correlações genéticas. Os valores foram todos positivos variando de 0,11 a 0,72 para o banco CS de 0,14 a 0,66 no arquivo CM de 0,27 a 0,62 no banco CB e de 0,11 a 0,50 para o banco CT. As correlações fenotípicas apresentaram magnitudes próximas às encontradas por COBUCI et al. (2005), FERREIRA et al. (2003) e MELO et al. (2005), embora estes autores não tenham comparado diferentes estruturas de controles leiteiros como SHAHRBABA (1996), que relatou correlações com magnitudes altas e positivas entre todos os controles para todos os arquivos de dados estudados. Os arquivos de estruturas CM, CB e CT apresentaram tendências e superfícies próximas, mas as correlações diferiram em magnitudes, sendo que os bancos CB e CM apresentaram maiores estimativas que o CT, e valores e tendências mais próximos entre si.

As correlações de ambiente permanente para as diferentes estruturas de dados analisados apresentaram superfícies e tendências muito próximas, mantendo o mesmo comportamento das correlações anteriores, ou seja, estimativas maiores quanto mais próximos foram os controles leiteiros, diminuindo à medida que aumentava a distância entre os controles para todas as estruturas estudadas (Figura 9).

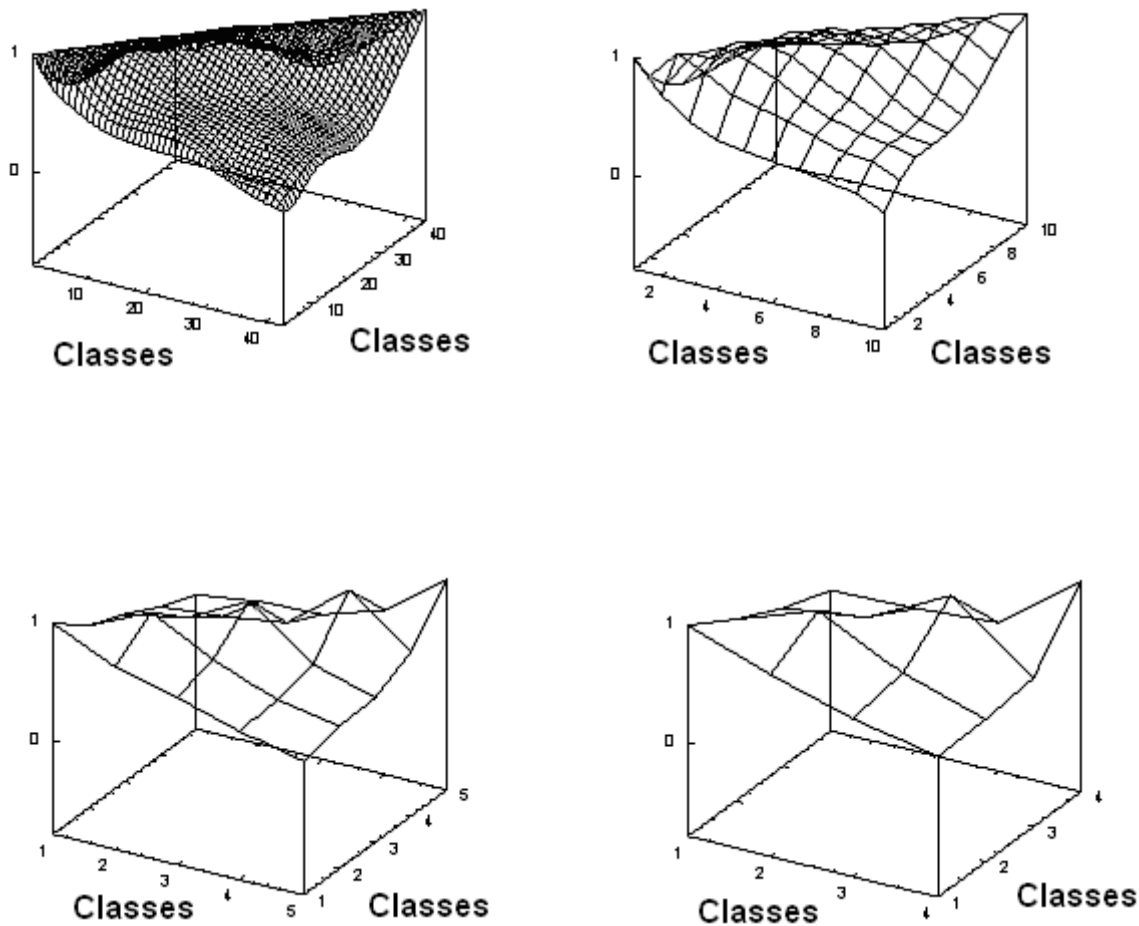


Figura 9 – Correlações de ambiente permanente para as PLDC dos arquivos com estrutura semanal (acima à esquerda), mensal (acima à direita), bimestral (abaixo à esquerda) e trimestral (abaixo à direita) de bovinos da raça Holandesa usando modelo de regressão aleatória.

As menores estimativas de correlações de ambiente permanente para os arquivos CS e CM foram de 0,21 e 0,20 respectivamente, ambas correlacionando a fases extremas da lactação e, as maiores estimativas foram 0,95 na fase intermediária da lactação. Para os arquivos CB e CT as menores estimativas de correlação de ambiente permanente foram de

0,34 e 0,39 respectivamente, entre os períodos extremos e as maiores estimativas foram de 0,72 e 0,75, respectivamente. Com os resultados obtidos nas correlações das Figuras 7, 8 e 9 as estruturas CS, CM e CB não apresentaram grandes diferenças entre suas magnitudes, sugerindo assim, que os arquivos CM e CB seriam boas opções para a análise de dados de produção de leite, em diferentes controles.

As correlações de spearman e Pearson entre os valores genéticos preditos para a produção acumulada em 305 dias (MRA305) apresentaram magnitudes altas e positivas e de médias a altas ao comparar os diferentes arquivos de dados e categorias de animais selecionados. Os MRA foram obtidos para cada animal por meio da somatória dos seus valores genéticos diários preditos pela curva genética de cada animal. Foi observado (Tabela 6) que à medida que diminuiu a freqüência dos dados, diminuiu também a correlação entre os valores genéticos (VG) independente da categoria dos animais selecionados.

Quando 5% dos melhores touros foram selecionados com base no MRA305, as correlações foram maiores que para as demais categorias de animais, provavelmente porque o número de filhas por touro pode ter contribuído para melhorar a predição da curva de lactação genética para os touros e assim, a estrutura das informações da PLDC teria menor impacto. Isso pode ser constatado (Tabela 6), pois as correlações foram, em geral, superiores a 80%. As correlações diminuiram à medida que aumentou o espaçamento entre os controles nas diferentes estruturas.

Tabela - 6. Correlação de Spearman (acima da diagonal) e de Pearson (abaixo da diagonal) entre as diferentes estruturas de dados, para 5% de touros, vacas e todos os animais selecionados com base no valor genético para MRA305.

Arquivos	CS	CM	CB	CT
Touros				
CS	-	0,86	0,85	0,83
CM	0,90	-	0,89	0,85

CB	0,87	0,91	-	0,82
CT	0,88	0,89	0,86	-
Vacas				
CS	-	0,70	0,53	0,44
CM	0,72	-	0,77	0,65
CB	0,55	0,78	-	0,69
CT	0,47	0,70	0,72	-
Todos os animais				
CS	-	0,74	0,59	0,50
CM	0,74	-	0,78	0,68
CB	0,61	0,79	-	0,72
CT	0,51	0,71	0,74	-
CS=semanal; CM=mensal; CB=bimestral; CT=trimestral.				

Com as correlações dos valores genéticos entre vacas dos arquivos de dados estudados (Tabela 6), foi possível verificar que estas apresentam valores menores que os observados para os 5% melhores touros, sendo todas as correlações inferiores a 80% e havendo uma maior discrepância entre os diferentes arquivos, em relação a base de comparação que foi o banco semanal, por exemplo, para touro, não houve grande diferença das correlações de rank entre as estruturas semanal com a mensal (86%), a bimestral (85%) e a trimestral (83%). Já para as demais categorias, indicando vacas e todos os animais, ocorreram maiores discrepâncias.

Estes resultados demonstram que existem diferenças nas classificações dos animais, ou seja, pouca semelhança entre estes arquivos de dados, e estas diferenças são maiores para vacas e todos os animais, sugerindo que o número de informações por animal (por

exemplo, o número de filhas por touro) pode amenizar o problema de um controle leiteiro mais espaçado.

Na Tabela 7 estão apresentadas as classificações dos 5, 10 e 20% melhores touros, com base nos valores genéticos para MRA305, nos quatro bancos de dados. Pôde-se observar relativas coincidências entre os arquivos. Houve bastante similaridade entre as classificações dos touros para os arquivos CM, CB e CT, entretanto, algumas mudanças ocorreriam na classificação em relação ao arquivo CS. Para os cinco por cento dos melhores touros dos arquivos, tendo como base o valor genético para P305 em CS, o arquivo CM apresentou nove touros em comum selecionados (82% do total). Situação semelhante ocorreu com as estruturas CB e CT. Para os demais percentuais de animais selecionados, ou seja, para os 10% e 20% melhores touros, as coincidências foram menores, em torno de 65% e 69% do total, respectivamente. Embora as coincidências sejam razoáveis, os percentuais indicam que ocorreram divergências na escolha dos melhores touros e, conseqüentemente, na classificação dos mesmos.

Tabela – 7. Arquivos, touros em comum nos diferentes arquivos quando selecionados para MRA305 no arquivo semanal, considerando-se os níveis de 5, 10 e 20% de touros selecionados.

Arquivos	5% Melhores 11 touros	10% Melhores 23 touros	20% Melhores 45 touros
CM	9	15	31
CB	8	15	33
CT	8	15	30

CS=semanal; CM=mensal; CB=bimestral; CT=trimestral.

SHAHRBABAK (1997) comparando diferentes estruturas de dados com freqüências alternadas entre controles de animais da raça Holandesa oriundos do Irã obteve sensíveis mudanças na classificação dos touros, quando comparou o arquivo mensal (arquivo controle) com demais arquivos. O autor observou boas similaridades entre os arquivos de dados e obteve também altas correlações entre os VG de touros para produção de leite entre os arquivos bimestral e arquivo controle.

No presente estudo foi observado boas similaridades entre as estimativas de variâncias e herdabilidades para PLDC nos diversos arquivos de dados analisados, porém ao se comparar as correlações dos valores genéticos de touros, mãe e animais do arquivo semanal (arquivo controle) com os demais arquivos de dados foi possível verificar pequenas diferenças nas classificações dos animais quando foram comparados os arquivos CS e CT, podendo assim ocorrer a seleção de diferentes animais ao se utilizar o arquivo de dados trimestral. Logo a utilização do arquivo CB e CM seriam indicadas, uma vez que estes apresentaram boas semelhanças e similaridades com o arquivo referência.

CONCLUSÃO

As estruturas de controle semanais, mensais e bimestrais não apresentaram grandes diferenças entre seus parâmetros genéticos, entretanto o banco com freqüências de controle trimestral apresentou estimativas dos seus parâmetros genéticos diferentes dos demais bancos, devido ao maior intervalo entre os controles, sendo o controle bimestral que apresentou maiores semelhanças com o arquivo controle entre os arquivos estudados.

As estimativas de valores genéticos e suas correlações entre os arquivos CS e CB apresentaram maiores semelhanças e similaridades quando comparados entre si que as demais correlações obtidas entre os arquivos CS e CT, e CM e CT. Foi possível verificar que houve mudanças nas classificações dos touros, o que pode acarretar na seleção de diferentes animais quando se compara os arquivos CS e CT.

A utilização dos arquivos de controle CM e CB são indicadas para programas de controle leiteiro, uma vez que estes apresentaram boas similaridades com o arquivo controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L.G.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth of Nelore cattle applying a parametric correlation function to model within-animal correlations. **Livestock Production Science**, v.93, n.4, p.213-222, 2005.

ALBUQUERQUE, L. G e EL FARO, L. Comparações entre os valores genéticos para características de crescimento de bovinos da raça Nelore preditos com modelos de dimensão finita ou infinita. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.2, p.238-246, 2008.

BIGNARDI, A. B; EL FARO, L; ALBUQUERQUE, L. G et al. Modelos de dimensão finita para a estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Ciência Rural.**, v.38. n.6, p.1705-1710, 2008.

BONGANHI, I.A. **Avaliação de touros e vacas por diferentes métodos de estimação da produção total de leite de vacas da raça Gir, utilizando diferentes intervalos entre controles**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1990. 158p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1990.

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R. F; VERNEQUE. R, S ; TEODOO. R, L ; LOPES.P, S; SILVA, M. A. Curva de lactação na raça Guzerá. **R. Bras. Zootec.**, v.29, n.5, p.1332-1339, 2000.

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; LOPES, P. S.; et al. Estimation of genetic parameters for test-day milk yield in Holstein cows using a random regression model. **Genetics and Molecular Biology**, v.28, n.1, p.75-83, 2005.

COSTA, C. N.; MELO, C. M. R.; PAKER, I. U. Genetic parameters for test milk yield of first lactation Holstein cows estimated by random regression using Legendre polynomials. **R. Bras. Zootec.**, v.37 n.4 p.602-608, 2008.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilizando Modelos De Regressão Aleatória para produção de leite no dia do controle, com diferentes estruturas de variâncias residuais. **R. Bras. Zootec**, v.32, n.5, p.1104-1113, 2003.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Predição de valores genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção acumulada até 305 dias. **R. Bras. Zootec**, v.34, n.2, p.496-507, 2005.

EL FARO, L., CARDOSO, V. L., ALBUQUERQUE, L. G. Variance component estimates applying random regression models for test-day milk yield in Caracu heifers (*Bos taurus* Artiodactyla, Bovidae). **Genetics and Molecular Biology**, v.31, n.3, p.665-673, 2008.

FERREIRA, W. J.; TEIXEIRA, N. M.; EUCLYDES, R. F. Avaliação genética de bovinos da raça Holandesa usando produção de leite no dia do controle. **R. Bras. Zootec** v.32, n.2, p.295-303, 2003.

FIRAT, M.Z.; THEOBALD, C.M.; THOMPSON, R. Univariate analysis of test day milk yields of British Holstein-Friesian heifers using Gibbs sampling. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.47, n.4, p.213-220, 1997.

GALESLOOT, P.J.B.; OUWELTJES, W.; WILMINK, J. B. M. The effect of testing shemes and accuracy od milk yield measurements on accuray of 305 days milk yields estimates. Research **Report for ICAR**, 1998.

HERRERA, L. G. G; EL FARO, L; ALBUQUERQUE, L. G; TONHATI, H; MACHADO, T. H. C. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir. **R. bras. Zootec**, v.37, n.10, p.1774-1780, 2008 .

JOHNSON, D.; MEINERT, T.; STEINE, T.; WILMINK, J.B.M. Milk recording accuracy and it's impact on genetic evelutions. In: INTERBULL ANNUAL MEETING. **Proceedings...** Praga, República Tcheca. 1995.

MELO, C. M. R; GONÇALVES, T. M; MARTINEZ, M. L; VERNEQUE, R. S; OLIVEIRA, A. I. G; FREITAS, R. T. F. Avaliação genética de touros usando produção em lactação completas ou parciais projetadas. 2. Correlação e coincidência de ordem de "rank". **R. bras.Zootec**, v. 29, n.3, p.715-719, 2000.

MELO, C. M. R; PACKER, I. U. COSTA, C. N; MACHDO, P. F. 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.

MEYER, K. Modeling 'repeated' records: covariance functions and random regression models to analyze animal breeding data. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6. 1998a, Armidale, **Proceedings..** Armidale, 1998b. v.25, n.6, p.517-520, 1998a.

MEYER, K. Estimating covariance functions for longitudinal data using a random regression model. **Genetic Selection Evolution** v.30, p.221-240, 1998b.

MEYER, K. Estimates of direct and maternal covariance functions for growth of Australian beef calves from birth to weaning. **Genetic Selection Evolution**, v.33, p.487-514, 2001.

MEYER, K. WOMBAT - Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood" In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8, 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte, 2006. I CD-ROM.

NORMAN, H.D.; Van RADEN, P.M.; WRIGHT, J.R.; CLAY, J.S. Comparison of test interval and best prediction methods for estimation of lactation yield from monthly a.m. – p.m., and tri-monthly testing. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.438 – 444. 1999.

OUWELTJES, W.; WILMINK, J.B.M. Onderzoek naar de efficiëntie van melkcontrolesysteem met verschillende frequenties. **NRS- report**, 90-0845/WO/MD. 1990.

SHAHRBABA, M.M. **Feasibility of random regression models for Iranian Holstein testday records**. Thesis (PHD) – University of Guelph, Guelph, Canada. P.138, 1997.

VARGAS, A. D.; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L.; MACHADO, P. F.; CASSOLI, L. D. Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e em 305 dias para primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.5, p.1959-1965, 2006.

WILMINK, J.B.M.; GALESLOOT,P.; JOHSON, D; OUWELTJES, W.; ROSATI, A.; SCHAEFFER, L.; STEINE,T.; Van RADEN, P. Final report of the ICAR-INTERBULL working group on milk recording accuracy and it's impact on genetic evolutions, ICAR-CONFERENCE, 31., **Proceedings...**, Rotorua, New Zeland, 1998.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Commun. Statist.** v.22, p.1079-1106, 1993.

CAPÍTULO 3 – PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA

PERSISTÊNCIA DA LACTAÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO ALEATÓRIA

RESUMO – Para o presente estudo foram utilizadas 3.202 primeiras lactações de 3.202 vacas da raça Holandesa pertencentes a quatro fazendas da região Sudeste, registradas mensalmente com partos entre 1995 e 2003 e filhas de 228 touros. Com o objetivo de prever e comparar os valores genéticos para a produção de leite e persistência da lactação, foram avaliadas diferentes medidas de persistência da lactação utilizando-se os valores genéticos da produção de leite, obtidos por meio de modelos de regressão aleatória (MRA). Foi considerado nas análises, um modelo animal, unicaracterística que incluiu como efeitos fixos, o grupo de contemporâneos (GC), composto por fazenda, mês e ano do controle, como co-variável a idade da vaca ao parto (regressão linear e quadrática) e o número de dias em lactação (regressão fixa para a média populacional). Como efeitos aleatórios, foram considerados o genético aditivo e o de ambiente permanente de animal. A ordem das funções de covariância para estes dois efeitos foi de sexta ordem para efeito genético aditivo e de sétima ordem para o efeito de ambiente permanente, com variâncias residuais heterogêneas, modeladas por meio de uma “*step function*”. Foram preditos os valores genéticos (VG) para as produções em períodos parciais da lactação (MRA100, MRA200, MRA300 e MRA90_305) e para a produção acumulada aos 305 dias (MRA305), por meio da somatória dos valores genéticos diários, preditos pela curva de lactação genética de cada animal. Estes foram comparados com diferentes mensurações de persistência da lactação (PS1, PS2, P21, P31 e P32) por meio de correlações de posto, gráficos de dispersão dos valores genéticos preditos e de tendências genéticas. Os critérios usados para comparar a classificação dos animais indicaram que houve modificações nas classificações de touros, vacas e animais quando selecionados pelas diferentes medidas de persistência, sugerindo que as mesmas possuem significados diferentes. Entre todas as características estudadas a MRA90_305 foi a que apresentou maior correlação e

similaridades com a MRA305, uma vez que a MRA90_305 representa o período que vai dos 90 dias ao fim da lactação. Assim, este seria o critério mais indicado para a seleção para a persistência da lactação de bovinos da raça Holandesa da região sudeste, aplicando MRA.

Palavras-chave – Critério de seleção, Curva de lactação, Função de covariância, Valores genéticos preditos.

INTRODUÇÃO

A persistência da produção de leite pode ser definida como a capacidade da vaca manter a produção de leite após o pico da lactação. Desta forma, no melhoramento genético de bovinos leiteiros voltados para a produção de leite em pastejo, uma das características mais importantes a ser melhorada simultaneamente à produção total é a persistência da produção de leite, pois permite incremento na produção por modificação genética no formato da curva de lactação. Assim, vacas mais persistentes produzem uma maior quantidade de leite na lactação sem a necessidade de incremento no pico de produção, o qual é limitado nos sistemas de produção baseados em pastagens. A persistência da lactação está diretamente relacionada com os aspectos econômicos da atividade leiteira, pois sua melhoria pode acarretar na diminuição dos custos de produção (TEKERLI et al., 2000 e JAKOBSEN et al., 2002).

Adicionalmente, a melhoria da persistência pode contribuir para a redução de custos nos sistemas de produção, pois está associada à eficiência reprodutiva, à resistência às doenças e aos custos com alimentação e saúde (SÖLKNER e FUCHS, 1987; DEKKERS et al., 1996; JAKOBSEN et al., 2003; COBUCI et al., 2007 e JAMROZIK., et al 1995). Segundo diversos autores existem basicamente duas maneiras de reduzir os custos de produção. A primeira é por meio da redução da utilização de alimentos concentrados, que pode ser em parte substituída por alimento volumoso (SÖLKNER e FUCHS, 1987) e pela produção de leite adicional, obtida por animais com maiores níveis de persistência (DEKKER et al., 1996 e DEKKER et al., 1998). A segunda está associada à redução dos custos de produção

diminuição de problemas associados à saúde e reprodução animal (MADSEN, 1975; SÖLKNER e FUCHS, 1987; REENTS et al., 1996 e GROSSMAN et al., 1999).

A persistência tem sido mensurada e representada de diversas maneiras. A primeira maneira de medir a persistência utiliza razões entre as produções de leite em diferentes estágios da lactação. A segunda é baseada na variação da produção de leite durante a lactação, calculada como desvios das produções no dia do controle. A terceira maneira é obtida por meio das estimativas de parâmetros de modelos matemáticos que descrevem a curva de lactação. O quarto tipo de medida baseia-se na curva de lactação genética de cada animal predita por meio de modelos de regressão aleatória (JAMROZIK et al., 1997; DEKKERS et al., 1998; JENSEN, 2001; JAKOBSEN et al. 2002; EL FARO et al., 2003 e 2005; COBUCI et al., 2005 e COBUCI et al., 2007).

Os MRA possibilitam a predição dos VG para a persistência da lactação, pois com estes modelos cada animal terá um conjunto de coeficientes de regressão para o seu valor genético aditivo. Assim, é possível prever os VG para a produção em cada dia da lactação e, conseqüentemente, para períodos parciais acumulados (LIN e TOGASHI, 2002).

Diversos autores têm proposto medidas de persistência que são calculadas por meio de funções dos valores genéticos preditos para os dias da lactação obtidos via modelos de regressão aleatória (JAMROZIK et al., 1997; JAKOBSEN et al., 2002; KISTMAKER et al., 2003 e COBUCI et al., 2004). Em países como Canadá, Holanda e Finlândia há vários anos houve a incorporação da característica persistência nas avaliações genéticas nacionais GENGLER (1996) e GROSSMAN et al. (1999).

Estudos propondo novos critérios de seleção para produção de leite e para a forma de curva de lactação, aplicando os modelos de regressão aleatória são ainda escassos na literatura. KISTMAKER (2003) discutiu algumas medidas de persistência adotadas no Canadá, Holanda e a Finlândia. Tais medidas eram expressas pela subtração entre as médias dos valores genéticos do final da lactação pela média dos valores genéticos no início da lactação.

O objetivo do presente estudo foi avaliar diferentes medidas de persistência da lactação de vacas da raça Holandesa, por meio dos valores genéticos preditos para a produção de leite no dia do controle, obtidos dos modelos regressão aleatória e comparar estas medidas com valores genéticos para os períodos parciais e o total na lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foram utilizadas 3.202 primeiras lactações de vacas da raça Holandesa, provenientes de quatro fazendas da região Sudeste, principalmente de São Paulo, com partos registrados no período de 1995 a 2003. Foi utilizado um banco de dados em que todos os animais foram controlados mensalmente.

Os valores genéticos preditos foram estimados utilizando-se Modelos de Regressão Aleatória. Na análise foi empregado um modelo animal, unicarácter, tendo como variável resposta à produção de leite em cada controle. Como efeitos fixos, foram considerados os efeitos de grupos de contemporâneos, definidos por fazenda, mês e ano do controle, além da idade da vaca ao parto como covariável (efeito linear e quadrático) e do número de dias em lactação (regressão fixa para a média populacional). Como aleatórios, foram incluídos os efeitos genéticos diretos, efeito de ambiente permanente e ambiente temporário. As regressões fixa e aleatórias foram ajustadas sobre polinômios de Legendre do número de dias em lactação. O modelo usado foi o mesmo de BIGNARDI et al. (2008), que trabalharam com a mesma característica e parte do banco de dados que foi usado no presente trabalho. Os autores indicaram, como sendo o mais adequado, o modelo de regressão aleatória que adotou um polinômio de Legendre de sexta ordem para o efeito genético aditivo e de sétima ordem para o efeito de ambiente permanente, com variâncias residuais heterogêneas, modeladas por meio de uma “*step function*”, contendo sete classes de variâncias.

O modelo de regressão aleatória foi descrito por:

$$y_{ij} = F + \sum_{m=0}^{kb-1} \beta_m \phi_m(t_i) + \sum_{m=0}^{ka-1} a_{jm} \phi_m(t_{ij}) + \sum_{m=0}^{kp-1} \gamma_{jm} \phi_m(t_{ij}) + E_{ij}$$

y_{ij} = produção de leite do i -ésimo controle, pertencente ao j -ésimo animal;

F = conjunto de efeitos fixos, exceto a covariável dias em lactação;

β_m = conjunto de m regressores fixos para a curva média da população;

$\phi_m(t_i)$ = função de regressão de ordem k_b , que descreve a curva média da população de acordo com o dia de lactação (t_i);

$\phi_m(t_{ij})$ = funções de regressão, que descrevem as trajetórias de cada indivíduo j , de acordo com o dia da lactação (t_{ij}), para os efeitos aleatórios genéticos aditivos e de ambiente permanente;

α_{jm} , γ_{jm} = são os m regressores aleatórios genético-aditivos e de ambiente permanente, para cada animal j ;

k_b , k_a e k_p = são as ordens dos polinômios ou das funções lineares utilizadas para os efeitos descritos acima;

E_{ij} = erro aleatório associado a cada controle i do animal j .

Na forma matricial o modelo foi representado por:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wap} + \mathbf{e} \quad (1)$$

em que:

$\mathbf{y}$ = vetor das observações, medidas em N_D animais;

$\mathbf{b}$ = o vetor de efeitos fixos que inclui as soluções para grupo contemporâneo e para as covariáveis, idade ao parto e dia de lactação;

$\mathbf{a}$ = o vetor de soluções para os coeficientes de regressão aleatórios genético-aditivos;

ap = o vetor de soluções para os coeficientes de regressão aleatória de ambiente permanente;

e = o vetor dos N diferentes resíduos;

X, Z, W = matrizes de incidência para os efeitos fixos, aleatórios genéticos-diretos e de ambiente permanente, respectivamente.

As pressuposições assumidas em relação aos componentes foram:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ ap \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; e$$

$$V(a) = K_a \otimes A;$$

$$V(ap) = K_{ap} \otimes I_{Nd};$$

$$V(e) = R;$$

em que **K_A** e **K_{AP}** são as matrizes de (co)variância entre os coeficientes de regressão aleatórios genético-aditivos e de ambiente permanente, respectivamente.

A é a matriz de parentesco entre os indivíduos;

I_{ND} é a matriz de identidade de dimensão ND;

$\otimes$ é o produto de Kroeneker entre matrizes;

R representa uma matriz bloco diagonal, contendo as variâncias residuais. Foi considerada, uma estrutura heterogênea de variâncias residuais.

Os componentes de variância foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), usando um algoritmo livre de derivadas, disponível no pacote WOMBAT (MEYER, 2006).

A equação usada para estimar os Valores genéticos para a produção de leite do animal (j) no controle (i) por meio dos modelos de regressão aleatória foi:

$$VG_{ij} = (VG_{0(j)} * f_{int} + VG_{1(j)} * f_1 + VG_{2(j)} * f_2 + VG_{3(j)} * f_3 + VG_{4(j)} * f_4 + VG_{5(j)} * f_5),$$

em que VG_0 a VG_5 são os coeficientes de regressão aleatórios para cada animal (j) no controle (i), f_{int} a f_5 = representam os polinômios de Legendre relativos a cada coeficiente no controle.

Após a predição dos valores genéticos para cada dia, foram calculados os valores genéticos para períodos específicos da lactação, tais como: MRA305 que é o somatório dos valores genéticos diários de todo o período da lactação, ou seja, dos 305 dias de lactação; MRA100 é a média dos valores genéticos nos primeiros 100 dias de lactação; MRA200 é a média dos valores genéticos no período de 100 a 200 dias de lactação; MRA300 é a média dos valores genéticos no período de 200 a 300 dias de lactação; MRA90_305 é a média dos valores genéticos entre os 90 dias e o final da lactação.

Os valores genéticos (VG) para as medidas de persistência (PS) foram calculados aplicando-se as seguintes fórmulas:

$PS1 = (\sum_{i=206}^{305} VG_i - \sum_{i=6}^{105} VG_i)$, é a diferença entre as áreas sob a curva, no terço final (206 a 305 dias) e inicial (6 a 105 dias) da lactação (JAKOBSEN et al., 2002).

$PS2 = (VG_{290} - VG_{90})$, é a diferença entre o pico da lactação, valor genético aos 90 dias, ou seja próximo ao pico da lactação, e o valor genéticos aos 290 dias (COBUCI et al., 2005).

$P21 = (MRA200/MRA100)$ é a razão entre a somatória dos valores genéticos dos 100 aos 200 dias de lactação e dos 100 primeiros dias (DANELL, 1982).

$P31 = (MRA300/MRA100)$ é a razão entre a somatória dos valores genéticos dos dias 200 a 300 de lactação e dos 100 primeiros dias (DANELL, 1982).

$P32 = (MRA300/MRA200)$ é a razão entre os valores genéticos dos 200 aos 300 dias de lactação (terço final) e dos 100 aos 200 dias (SWALVE, 1995; SÖLKNER e FUCHS, 1987).

Os critérios mencionados anteriormente, principalmente as médias de valores genéticos em períodos após o pico da lactação como MRA100, MRA200, MRA300 e MRA90_305 poderiam ser usados como critérios de seleção para a persistência da

lactação. Os valores genéticos preditos para os critérios propostos para o MRA foram comparados às mensurações propostas por diversos autores por meio das correlações de posto e Pearson dos valores genéticos dos animais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de observações, médias, desvio-padrão, mínimo e máximo dos valores genéticos preditos para todos os touros com filhas, vacas e animais (Tabela 1), foram estimados para todas as características propostas.

Tabela 1. Número de observações(N), médias, desvios padrão(DP) e valores máximos e mínimos dos valores genéticos preditos para as produções em diferentes períodos da lactação, aplicando-se o MRA e para o modelo padrão (PTA305), para todos os touros, vacas e animais

Variável	N	Média (kg)	DP(Kg)	Mínimo	Máximo
Touros					
MRA305	228	14,49	382,30	-774,90	1775
MRA100	228	0,018	1,03	-3,71	3,13
MRA200	228	0,029	1,46	-2,81	6,65
MRA300	228	0,096	2,09	-4,67	9,78
MRA90_305	228	0,060	1,72	-3,64	8,06
PS1	228	7,84	219,43	-536,03	909,31
PS2	228	-0,001	1,88	-4,73	7,82
P21	228	0,35	10,66	-44,17	96,21
P31	228	0,75	15,30	-66,61	160,23
P32	228	0,77	11,50	-167,98	11,56
Variável	N	Média (kg)	DP(Kg)	Mínimo	Máximo
Vacas					
MRA305	3202	22,40	363,01	1234	1381
MRA100	3202	0,08	0,87	-3,11	3,45
MRA200	3202	0,03	1,34	-4,26	6,24
MRA300	3202	0,09	1,95	-6,29	9,00
MRA90_305	3202	0,06	1,60	-5,07	7,42
PS1	3202	1,07	191,60	-717,29	1058
PS2	3202	-0,03	1,66	-6,64	8,96
P21	3202	2,09	47,06	-323,50	1.369
P31	3202	3,27	72,97	-475,93	1.771
P32	3202	1,62	15,75	-151,01	475,90
Variável	N	Média (kg)	DP(Kg)	Mínimo	Máximo
Animais					
MRA305	3202	48,50	431,98	-1372	2021
MRA100	3202	0,002	1,07	-3,46	3,43
MRA200	3202	0,182	1,63	-5,68	7,89
MRA300	3202	0,30	2,35	-7,94	10,41
MRA90_305	3202	0,23	1,93	-6,67	9,02
PS1	3202	29,78	237,78	-807,06	1058
PS2	3202	0,15	2,03	-7,00	8,96
P21	3202	2,08	79,71	-442,17	4,24
P31	3202	3,39	93,03	-1,77	4004
P32	3202	1,54	10,71	-151,01	475,90

Na Tabela 2, são apresentadas as correlações de posto e Pearson entre os diferentes critérios de seleção para todos os touros com descendentes. As correlações entre todas as medidas chamadas de MRA, ou seja, MRA305, MRA100, MRA200, MRA300 e MRA90_305, variaram de médias a altas magnitudes exceto para MRA100 e foram todas positivas. Estas correlações indicam que deve haver coincidência na classificação dos animais, usando-se como critério de seleção qualquer uma das medidas. Deve-se destacar, entretanto, que a correlação de posto e pearson entre os valores genéticos para medidas do início da lactação (MRA100) com MRA305 foi apenas mediana e de MRA100 com as MRA's da fase intermediária e final da lactação (MRA200, MRA300 e MRA90-305) não ultrapassaram os 22%, indicando que ocorria bastante alteração na classificação dos animais quando critérios considerando a fase inicial da lactação fossem adotados. MRA100 é uma medida, nesse caso, que representaria a fase de pico da lactação e, portanto, não seria indicada como critério. Esse mesmo comportamento nas correlações de posto foi observado quando os valores genéticos preditos para as vacas e para todos os animais foram comparados (Tabela 3).

As medidas obtidas por meio de proporções entre diferentes períodos da lactação, que são aquelas clássicas da literatura (P21, P31 e P32), com as medidas MRA foram todas de pequena magnitude, algumas delas, com valores negativos (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Correlação de pearson entre os diferentes critérios de seleção, para touros com progênie (diagonal superior) e correlação de posto(spearman) para touros com progênie (diagonal inferior).

Característica	MRA305	MRA100	MRA200	MRA300	MRA90-305	PS1	PS2	P21	P31	P32
MRA305	-	0,44	0,95	0,94	0,96	0,69	0,70	-0,13	-0,12	0,08
MRA100	0,41	-	0,22	0,20	0,22	-0,23	-0,15	-0,05	0,07	0,05
MRA200	0,95	0,17	-	0,94	0,98	0,80	0,77	-0,15	-0,12	0,06
MRA300	0,95	0,14	0,95	-	0,98	0,86	0,87	-0,12	-0,12	0,06
MRA90-305	0,96	0,17	0,98	0,98	-	0,84	0,83	-0,13	-0,12	0,06
PS1	0,71	-0,33	0,82	0,88	0,86	-	0,95	-0,9	-0,10	0,04
PS2	0,72	-0,25	0,79	0,89	0,85	0,96	-	-0,07	-0,08	0,03
P21	-0,15	0,01	-0,17	-0,16	-0,17	-0,15	-0,12	-	0,94	0,03
P31	-0,14	0,05	-0,16	-0,16	-0,16	-0,15	-0,13	0,96	-	0,02
P32	-0,03	-0,05	0,04	-0,03	-0,01	-0,05	-0,05	0,03	-0,01	-

Tabela 3. Correlação de posto entre os diferentes critérios de seleção, para vacas com progênie (diagonal superior) e todos os animais (diagonal inferior).

Característi	MRA305	MRA100	MRA200	MRA300	MRA90-305	PS1	PS2	P21	P31	P32
MRA305	-	0,47	0,96	0,95	0,97	0,72	0,74	0,09	0,11	0,04
MRA100	0,44	-	0,29	0,25	0,28	-0,16	-0,11	-0,01	0,02	0,03
MRA200	0,95	0,24	-	0,94	0,98	0,81	0,80	0,10	0,11	0,03
MRA300	0,94	0,19	0,94	-	0,98	0,88	0,89	0,10	0,11	0,04
MRA90-305	0,96	0,23	0,98	0,98	-	0,85	0,85	0,10	0,11	0,04
PS1	0,71	-0,23	0,81	0,88	0,85	-	0,97	0,10	0,10	0,02
PS2	0,73	-0,16	0,79	0,89	0,85	0,97	-	0,09	0,09	0,04
P21	0,03	0,07	0,07	0,02	0,02	-0,01	0,01	-	0,92	-0,03
P31	0,05	0,09	0,09	0,03	0,03	-0,01	0,01	0,91	-	0,02
P32	0,06	0,04	0,04	0,06	0,05	0,03	0,05	-0,02	0,03	-

As características PS1 e PS2 apresentaram correlações positivas e com magnitudes altas MRA305, tanto para touros quanto para as demais categorias animais (Tabelas 2 e 3). Entre PS1 e PS2 com MRA200, MRA300, MRA90-305, as correlações apresentaram magnitudes negativas e de baixa magnitude.

O mesmo comportamento observado com relação à MRA305 também foi observado para PS1 e PS2, quando as correlações foram calculadas com P21, P31 e P32. Isso sugere que estas proporções (P21, P31 e P32) não devem ser usadas como critérios de seleção para persistência da lactação quando usando MRA, pois estas não têm concordâncias biológicas com os demais critérios.

Embora PS1 e PS2 tenham apresentado correlações de posto altas com as MRA, estas foram de menor magnitude do que quando apenas as MRA foram comparadas entre si, sempre excetuando-se a MRA100.

Entre PS1 e PS2, as correlações de posto foram de quase 100%, para todas as categorias de animais (Tabelas 1 e 2), indicando que estes critérios, apesar de serem diferentes nas suas fórmulas, seriam semelhantes na seleção dos animais. Isso porque ambas representam o período pós-pico.

Segundo Herrera et al., (2008) que trabalharam com dados de lactação de vacas raça Gir, os animais com curvas genéticas com maiores desvios positivos em relação a curva média (fixa), em todo o período da lactação, seriam os mais persistentes. Entretanto, esse critério não assegura que exista um equilíbrio destes valores genéticos nas diferentes

fases e características como MRA200, MRA300 e MRA90_305 poderiam auxiliar nesse sentido.

Na Figura 1 observou-se a dispersão dos valores genéticos de todos os touros, contrastando MRA305 com as demais MRA. Os gráficos enfatizam as correlações entre os critérios, já mostrada na Tabela 2. Menor dispersão nos valores genéticos ocorreu quando se comparou MRA305 com MRA300 e com MRA90_305, com menor dispersão para a última característica. Para a MRA100, ocorreu maior dispersão dos VG, mostrando que há pouca similaridade na escolha dos touros para estes dois critérios.

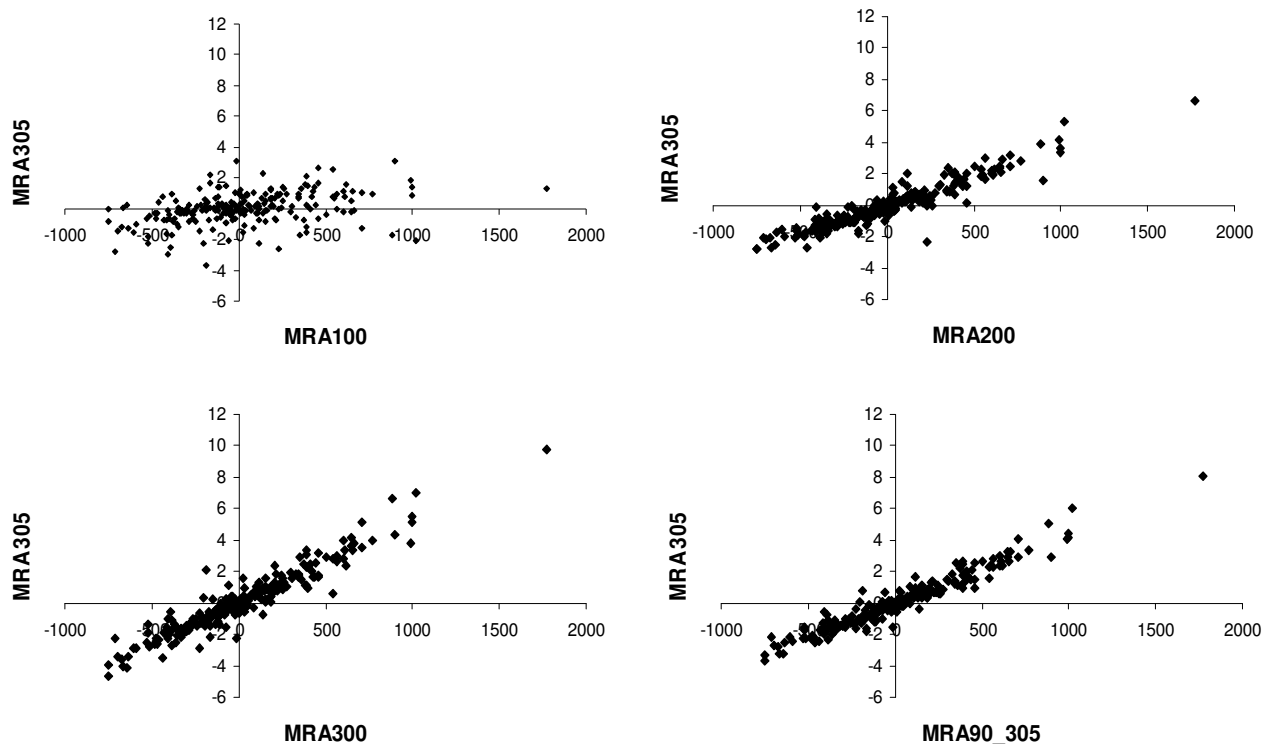


Figura 1. Dispersão dos valores genéticos das diferentes medidas de persistência da lactação selecionadas para MRA305 e diferentes períodos da lactação por meio de Modelos de Regressão Aleatória para animais da raça Holandesa.

Quanto às persistências da lactação obtidas via equações aritméticas (PS1 e PS2) e proporções (P21, P31 e P32), que foram cruzadas com a MRA305 (Figura 2), observou-se

que houve maior dispersão dos valores genéticos preditos entre as características MRA305 com PS1 e PS2, embora se observe uma tendência levemente linear e nenhuma relação entre MRA305 e P21, P31 e P32.

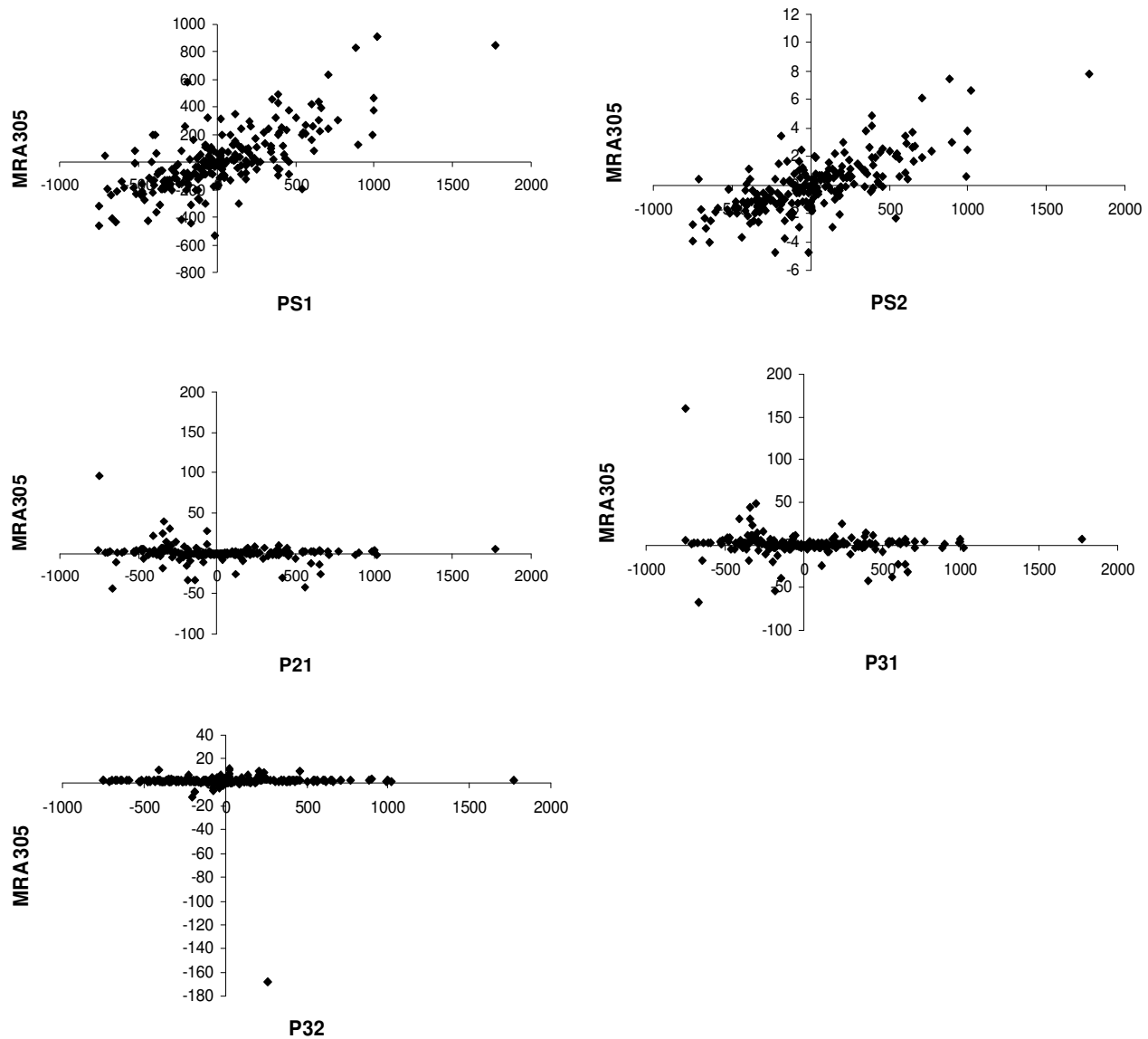
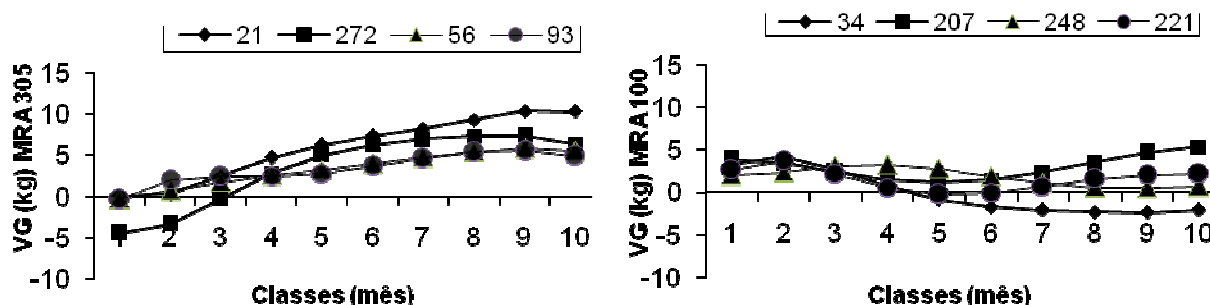


Figura 2. Dispersão dos valores genéticos das diferentes medidas de persistência da lactação selecionadas para MRA305 e obtidos via equações aritméticas e proporções de diferentes períodos da lactação para animais da raça Holandesa.

Com relação às características P21, P31 e P32, os gráficos apresentaram dispersão linear dos valores genéticos em torno do eixo referente às características, ratificando o que foi observado na Tabela 2.

É importante salientar que a somatória dos valores genéticos preditos por todo o período da lactação (MRA305) usando MRA poderia ser usada como critério de seleção para identificação de animais superiores para a produção acumulada até 305 dias e, também, para a persistência da lactação. Interpretando a curva genética de cada animal obtida dos MRA, elas são os desvios das curvas médias populacionais. Nesse caso, animais com maiores desvios por todo o período, principalmente após o pico da lactação, ou após os 100 dias de lactação, seriam aqueles com as curvas mais persistentes. Contudo, foi observado que a dispersão dos valores genéticos entre MRA90_305 com MRA305 proporcionou as menores dispersões com tendência linear positiva, indicando essa característica, que representa o período que vai do pico ao final da lactação, como a mais próxima a MRA305, dentre as analisadas para identificar animais superiores para persistência da lactação da raça Holandesa.

As trajetórias das curvas dos valores genéticos (VG) dos quatro melhores touros classificados para MRA305, MRA100, MRA200, MRA300 e MRA90_305 estão apresentadas na Figura 3.



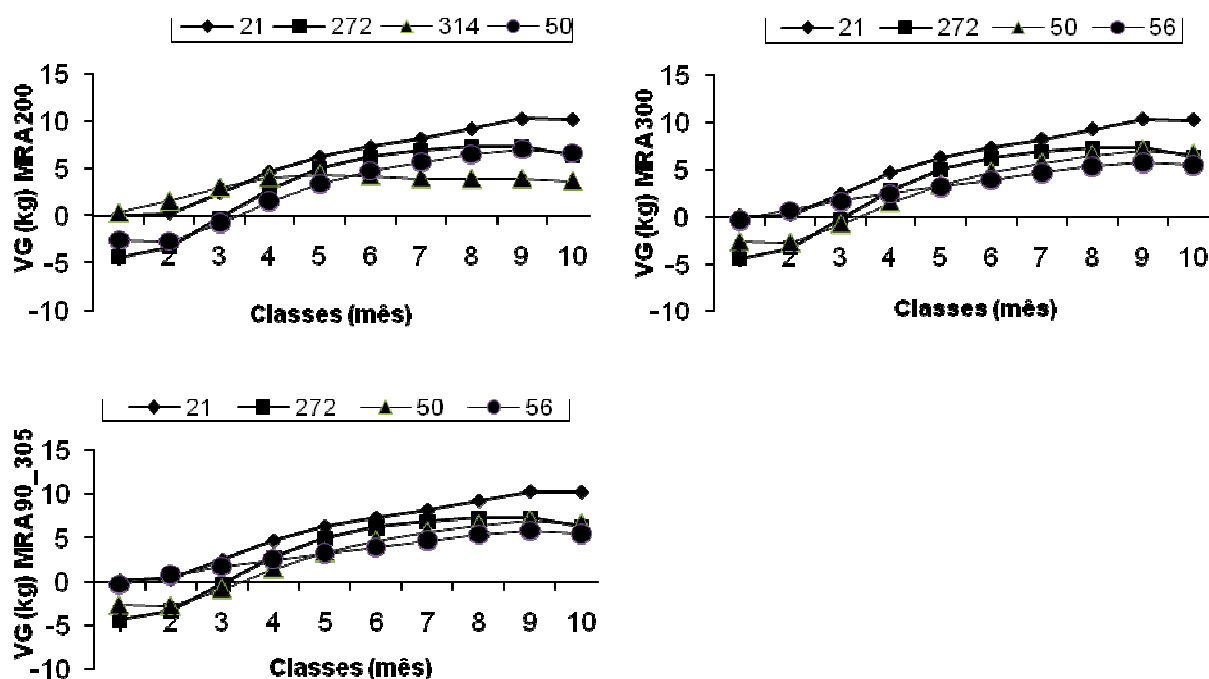


Figura 3. Curvas dos valores genéticos preditos (VG) para os quatro melhores touros para a produção de leite acumulada em 305 dias (MRA305) e para as médias dos valores genéticos em cada terço da lactação (MRA100, MRA200 e MRA300) e para o período pós-pico (MRA90_300) obtidas via modelos de regressão aleatória.

Com exceção da MRA100, todas as demais características apresentaram três touros em comum, dos quatro selecionados, e as características MRA305 e MRA90_305 apresentaram os quatro touros na mesma ordem de classificação. A MRA100 além de classificar animais diferentes das demais características as curvas de lactação genética apresentaram ainda trajetórias diferentes de suas tendências genéticas, provavelmente devido ao fato desta característica representar o período que vai do 5° ao 100° dia de lactação, fase inicial da lactação. Assim, a escolha dos animais para MRA100, parece priorizar curvas com maiores valores genéticos no início da lactação até o pico. Já os demais critérios apresentados na Figura 3, que envolveram as fases intermediária e/ou final da lactação parecem priorizar a fase pós-pico e, portanto, darão maiores ênfase para a persistência da lactação.

Para as características obtidas por meio de equações aritméticas e proporções entre diferentes fases da lactação (Figura 4), verificou-se que as características PS1 (JAKOBSEN et al.,2002) e PS2 (COBUCI et al.,2005) apresentaram, cada uma, pelo menos dois dos quatro melhores touros em comum com a MRA305, sendo que a PS2 classificou como primeiro colocado o mesmo touro. A PS1 elegeu os mesmos dois primeiros touros que a MRA305, mas a ordem de classificação dos dois animais divergiu.

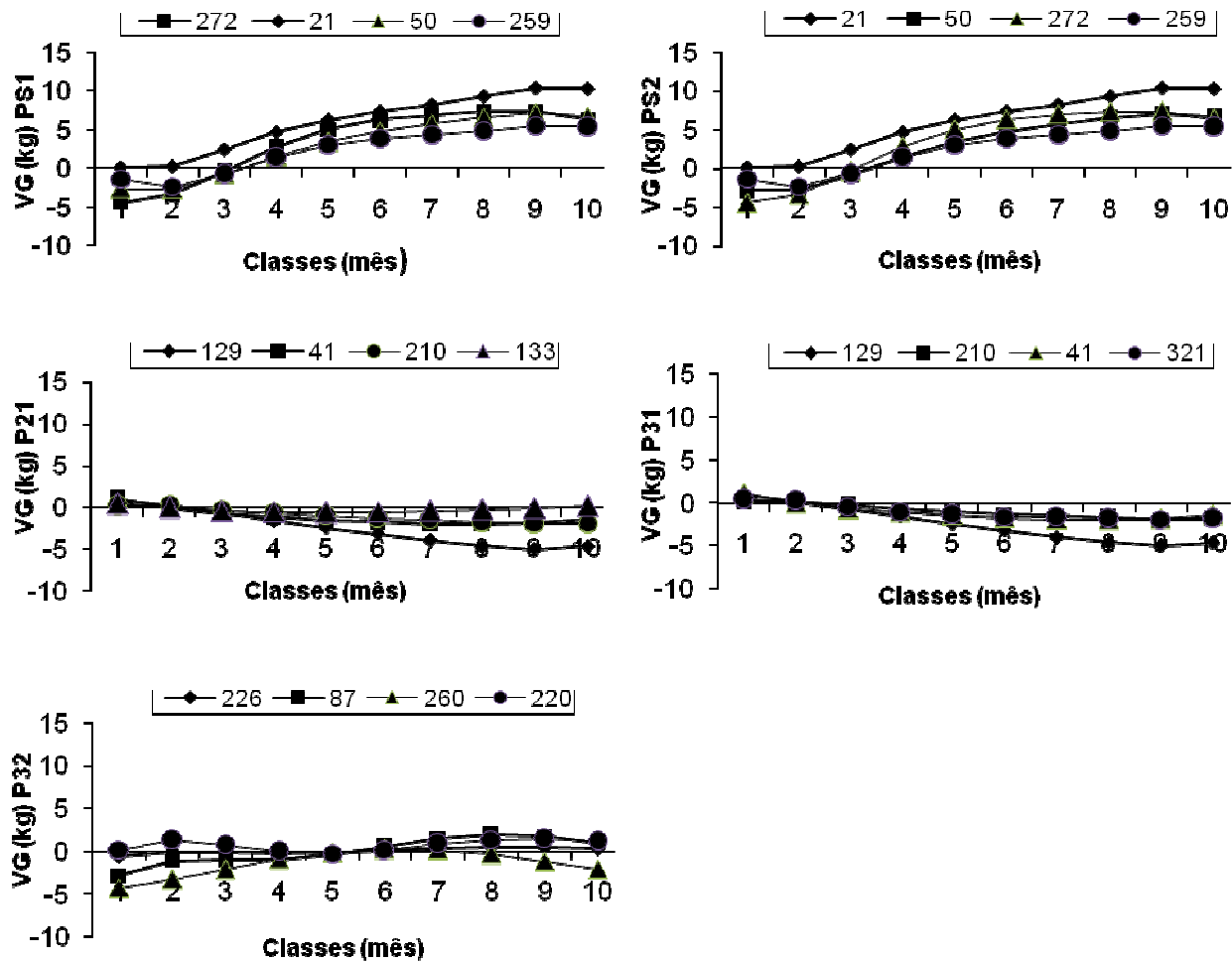


Figura 4. Curvas dos valores genéticos preditos (VG) para os quatro melhores touros para a produção de leite acumulada em 305 dias (MRA305) e equações aritméticas e proporções entre diferentes períodos da lactação obtidas via modelos de regressão aleatória.

As características PS1 e PS2 descreveram tendências ascendentes e positivas, semelhantes às observadas pelas características obtidas por modelos de regressão aleatória ambas priorizando a fase pós-pico de lactação. Já as características estimadas via proporções entre diferentes fases da lactação (P21, P31 e P32) não apresentaram tendências coerentes nas trajetórias das curvas genéticas para os quatro melhores touros escolhidos. As mesmas não apresentaram nenhum touro em comum, em suas classificações de touros, com a classificação dos touros para característica MRA305. Os critérios P21 e P31 elegeram os quatro touros com valores genéticos negativos nas fases pós-pico da lactação. Estes critérios, envolvendo razões entre os valores em fases diferentes da lactação podem levar a distorções na classificação dos animais, podendo eleger uma curva negativa nas três fases da lactação como ideal, já que os valores genéticos do animal podem assumir valores negativos ao longo da lactação.

A classificação dos dez melhores touros para a MRA305, nas demais características (Tabela 4), demonstrou que as características MRA, que representaram somatórias ou médias dos valores genéticos, apresentaram maiores semelhanças com a MRA305 que as demais analisadas. Na Tabela 4, foi possível observar que as MRA200, MRA300 e MRA90_305 apresentaram oito animais em comum, mas com diferentes classificações e com relação a PS1 e PS2, foram cinco os animais em comum com a MRA305.

Contudo, as diferenças entre as características obtidas via médias dos valores genéticos em diferentes períodos e as obtidas por equações aritméticas, se deve ao fato de que as equações usadas para estimar a persistência da lactação via equações, não são indicadas para estimar a persistência da lactação usando valores genéticos preditos obtidos por meio MRA, pois tais equações sugerem o uso de valores fenotípicos da curva de lactação, como subtração e/ou divisão de períodos diferentes da curva de produção de leite. Outro razão é devido ao fato de que os VG podem assumir magnitudes negativas em diferentes fases da lactação, impossibilitando a utilização de fórmulas que usem diferenças entre VG de períodos distintos da lactação.

Tabela 5. Mudanças da classificação dos dez melhores touros para a MRA305 nas demais características analisadas

Touros	MRA305	MRA100	MRA200	MRA300	MRA90_305	PS1	PS2	P21	P31	P32
21	1°	-	1°	1°	1°	2°	1°	-	-	-
272	2°	-	2°	2°	2°	1°	3°	-	-	-
56	3°	-	5°	4°	4°	7°	8°	-	-	-
93	4°	-	6°	5°	5°	-	-	-	-	-
314	5°	7°	3°	-	7°	-	-	-	-	-
207	6°	2°	-	7°	-	-	-	-	-	-
50	7°	-	4°	3°	3°	3°	2°	-	-	-
49	8°	-	10°	10°	8°	-	-	-	-	-
259	9°	-	7°	6°	6°	4°	4°	-	-	-
326	10°	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Como os MRA proporcionam a predição de valores genéticos para todos os pontos da lactação e estes são expressos como desvios de uma média populacional, os animais com maiores valores genéticos acumulados na lactação seriam os mais desejáveis, assim como os animais com maiores valores genéticos médios em períodos pós-pico da lactação. Além disso, quando se pensa em persistência da lactação, o nível de produção ou a altura da curva genética da vaca não podem ser descartados. Nesse caso o critério MRA305 deve ajudar bastante não só na questão da persistência da lactação como também na manutenção do nível de produção da vaca.

Para animais da raça Holandesa, cuja persistência da lactação não parece ser um problema como para as raças zebuínas, a seleção poderia enfatizar também o período inicial da lactação, em que o estresse causado por picos elevados pode levar a doenças metabólicas ou propiciar maiores períodos de serviço. Nesse caso, a seleção para menores MRA100, poderia auxiliar, mas, dando menor ênfase do que para MRA305.

CONCLUSÃO

A seleção de touros visando uma maior persistência da lactação através das somatórias dos valores genéticos preditos para os 305 dias de lactação ou para as médias de períodos parciais da lactação no período pós-pico, deve ser mais eficiente que a utilização de cálculos matemáticos e proporções entre diferentes fases da lactação.

A somatória dos valores genéticos preditos por todo o período da lactação usando modelos de Regressão aleatória (MRA305) poderia ser usada como critério de seleção para identificação de animais superiores para a produção acumulada até os 305 dias e também, para a persistência da lactação.

As medidas de persistência que envolveram razões entre os valores genéticos em diferentes fases da lactação devem ser evitadas, pois podem proporcionar erros na seleção dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIGNARDI, A. B; EL FARO, L; ALBUQUERQUE, L. G et al. Modelos de dimensão finita para a estimação de parâmetros genéticos para a produção de leite de primeiras lactações de vacas da raça Holandesa. **Ciência Rural.**, v.38. n.6, p.1705-1710, 2008.

COBUCI, J. A. 2002. Uso de modelos de regressão aleatória na avaliação da persistência na lactação de animais da raça Holandesa. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 99p.

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; LOPES, P. S.; et al. Estimation of genetic parameters for test-day milk yield in Holstein cows using a random regression model. **Genetics and Molecular Biology**, v.28, n.1, p.75-83, 2005.

COBUCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; LOPES, P. S.; et al. Genetic evaluation for persistency of lactation in Holstein cows using a random regression model. **Genetics and Molecular Biology**, v.30, n.2, p.349-355, 2007.

DANEL, B. Studies on lactation yield and individual test-day yield of Swedish dairy cows: III Persistency of milk yield and its correlation with lactation yield. **Acta Agriculture Scandinavica**, v.32, p.103-114, 1982.

DEKKERS, J.C.M., et al. Genetic and economic evaluation of persistency in dairy cattle. Proc. Int. Workshop on genetic Improvement of functional traits in cattle. **Interbull Bull**, v.12, p.97 – 102, 1996.

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

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilizando Modelos De Regressão Aleatória para produção de leite no dia do controle, com diferentes estruturas de variâncias residuais. **R. bras. Zootec**, v.32, n.5, p.1104-1113, 2003.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Predição de valores genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção acumulada até 305 dias. **R. bras. Zootec**, v.34, n.2, p.496-507, 2005.

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

GROSSMAN, M., Hartz, S.M., and Koops, W.P. Persistency of lactation yield: A novel approach. *J. Dairy Sci.* v.82, n.10, p.2192-2197, 1999.

HERRERA, L. G. G; EL FARO, L; ALBUQUERQUE, L. G; TONHATI, H; MACHADO, T. H. C. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir. **R. bras. Zootec**, v.37, n.10, p.1774-1780, 2008.

JAKOBSEN, J.H., MADSEN, P., JENSEN, J. PEDERSEN, J., CHRISTENSEN, L.G., AND SORENSEN, D.A. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein estimated in random regression models using REML. *J. Dairy. Sci.* v.85, n.6, p.1607-1616, 2002.

JAKOBSEN, J. H.; REKAYA, R.; JENSEN, J. et al. Bayesian estimates of covariance components between lactation curve parameters and disease liability in Danish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 3000–3007, 2003.

JAMROZIK, J., SCHAEFFER, L.R., AND DEKKERS, J.C.M. Genetic evaluation of dairy cattle using test day yields and random regression model. *J. Dairy Sci.* v.78, n. 249, 1995.

JAMROZIK, J.; SCHAEFFER, L. R. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regression for yield traits of first lactation Holstein. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 4, p. 762-770, 1997.

JENSEN, J. Genetic evaluation of dairy cattle using Test-day models *J. Dairy Sci.* v.84, n.12, p.2803-2812, 2001.

KISTEMAKER, G. J. Comparison of persistency definitions in random regression test-day models. **Interbull Bulletin**, n. 30, 2003.

LIN, C.Y; TOGASHI, K. Simultaneous improvement of lactation milk and persistency. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED LIVESTOCK PRODUCTION, Montpellier, France. **Proceedings...** Montpellier: Communication. v.7, P. 09-39, 2002.

MADSEN, O. A comparison of some suggested measures of persistency of milk yield in dairy cows. **Animal Production**. v. 20, p. 191-197, 1975.

MEYER, K. WOMBAT - Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood" In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8, 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte, 2006. I CD-ROM.

REENTS, L.R; DOPP, M. SHMUTZ; REINHARDT, F. Impact of application of a test day model to dairy production traits on genetic evaluations of cows. **Vereinigte informationssysteme tierhaltung w.v.** (vit), heidweg. Verdem, Germany, v.1, P-27283, 1996.

SÖLKNER, J., AND FUCHS, W. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of Test-day milk yields. *Livest. Prod. Sci.* v.16, p.305-319, 1987.

SWALVE, H.H. The effect of test day model on the estimation of genetic parameter and breeding value for dairy yield traits. *J. Dairy Sci.*, v. 78, p. 929-938, 1995.

TEKERLI, M., Akinci, Z., Dogan, I., and Akcan, A. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. *J. Dairy Sci.* v.83, n.6, p.1381-1386, 2000.