

X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

Comparação de modelos de regressão aleatória para ajustamento da produção de leite no dia do controle de vacas Gir

Ana Cláudia de Freitas¹, Daniel Jordan de Abreu Santos², Enrique Acevedo Jiménez², André Rabelo Fernandes³, Anibal Eugênio Vercesi Filho⁴, Humberto Tonhati⁵

¹ Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal – UNESP/Jaboticabal - SP. Bolsista do CNPq. Email: anafreitas.unesp07@gmail.com

² Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal – UNESP/Jaboticabal - SP

³ Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL) - ABCGIL - Uberaba - MG

⁴ Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio - PRDTA/Nordeste Paulista, Mococa - SP

⁵ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal - SP

Resumo: Foram comparados dezenove modelos de regressão aleatória para ajustamento da produção de leite no dia do controle usando polinômios ortogonais de Legendre para 5.151 primeiras lactações de vacas Gir. Os modelos incluíram os efeitos aleatórios genético aditivo, de ambiente permanente e residual. Foram considerados como efeitos fixos, o grupo de contemporâneos (rebanho-ano-mês do controle), os efeitos linear e quadrático da covariável idade da vaca ao parto aninhado dentro de mês de lactação e a curva média de lactação da população, sendo esta modelada por um polinômio de 4ª ordem. Modelos distintos contendo 1, 3, 6 e 10 classes de variâncias residuais foram testados, além de diferentes ordens do polinômio para efeitos genético aditivo e de ambiente permanente (ordem cúbica à sêxtupla). Os modelos foram comparados pelo teste da razão de verossimilhança, critério de informação de Akaike e o critério de informação bayesiano de Schwarz. O modelo com seis classes de variância residual e com ordem quádrupla e quádrupla para efeito genético aditivo e de ambiente permanente, respectivamente, foi o que apresentou melhor resultado.

Palavras-chave: gado zebu, parâmetros genéticos, produção de leite, regressão aleatória

Comparison of random regression models for adjustment of test-day milk records of Gir cows

Abstract: Nineteen random regression models were compared using Legendre orthogonal polynomials considering heterogeneous variance structure for 5,151 first lactation of Gir cows. The models included the random effects of additive genetic, permanent environment and residual. Fixed effects included contemporary group, linear and quadratic effects of age at calving as a covariate and lactation mean curve of the population, which was modeled by a polynomial of 4th order. Different models containing 1, 3, 6 and 10 classes of residual variances were tested, as well as different polynomials orders for additive genetic and permanent environmental (cubic order to sixfold). Models were compared using the likelihood ratio test, information criterion Akaike and Schwarz Bayesian information criterion. The best model was the one with six classes of residual variance and fivefold and quadruple order for genetic effect and permanent environment, respectively.

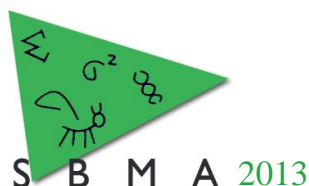
Keywords: genetic parameters, milk yield, random regression, zebu cattle

Introdução

Os modelos de regressão aleatória (MRA) vêm sendo propostos para o estudo de dados longitudinais em avaliações genéticas. Esses modelos permitem descrever as mudanças da covariância entre as medidas ocorridas ao longo do tempo, predizendo as variâncias para pontos da trajetória com pouca ou nenhuma informação. Isso confere ao MRA a propriedade de descrever a trajetória de variação dos dados, como as curvas de lactação e a possibilidade de estimar valores genéticos para a persistência. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar modelos de regressão aleatória, considerando a estrutura heterogênea das variâncias residuais, para posterior aplicação de medidas de persistência e estudo dos componentes de variância em diferentes ambientes de dia de controle de vacas da raça Gir.

Material e Métodos

Foram analisados 39.040 registros de produção de leite da primeira lactação de 5.151 vacas da raça Gir, provenientes do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro, conduzido pela Embrapa Gado de Leite. Foram considerados controles de produção entre o 6º e o 305º dias de lactação. A



X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

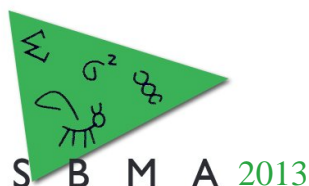
produção de leite no dia do controle foi dividida em classes mensais, totalizando 10 classes. A partir do arquivo de pedigree foram utilizados 11.453 animais na matriz de parentesco. Nessa análise foi utilizado o modelo animal, em metodologia de regressão aleatória, empregando-se polinômios de Legendre. Os efeitos fixos foram compostos pelo grupo contemporâneo (definido por fazenda, ano e mês de controle), além de efeitos linear e quadráticos da covariável idade (em meses) aninhado dentro de mês de controle e a curva média de lactação da população (modelada por um polinômio de Legendre de quarta ordem). Como efeito aleatório foram considerados os efeitos genético aditivo, de ambiente permanente, além do residual. Os componentes de variância foram estimados pelo Método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML), utilizando o programa Wombat (Meyer, 2006). Para as regressões aleatórias genético-aditiva e de ambiente permanente foram considerados polinômios com ordem cúbica até a sêxtupla. A variância residual foi modelada considerando-se a estrutura homogênea e heterogênea, sendo que para esta última as classes foram agrupadas em 3 (1,2,3-10), 6 (1,2,3-4,5,6,7-10) e 10 controles. O modelo de regressão aleatória utilizado pode ser representado matricialmente como: $y = Xb + Za + Wp + e$ em que: y = vetor das N observações, medidas em N animais; b = vetor de soluções dos efeitos fixos que inclui as soluções para grupo contemporâneo e para a covariável idade da vaca ao parto (regressão linear e quadrática); a = vetor de soluções para os coeficientes de regressão aleatórios genético aditivos; p = vetor de soluções para os coeficientes de regressão aleatórios de ambiente permanente; e = vetor dos com N diferentes resíduos; X , Z , W = matrizes de incidência para os efeitos fixos, aleatórios genético-diretos e de ambiente permanente, respectivamente. A comparação entre os modelos foi feita pelo teste razão da verossimilhança (LRT) e pelos critérios de informação de Akaike (AIC) e de informação bayesiana de Schwarz (BIC) (Wolfinger, 2003), além da estimação dos parâmetros genéticos.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises para cada modelo com os valores do logaritmo da função de Máxima Verossimilhança (Log L), o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Bayesiano de Schwarz (BIC), bem como suas comparações através do teste razão da verossimilhança (LRT) são apresentados na tabela 1. Como pôde ser observado, os valores do Log L aumentaram juntamente com o número de parâmetros dos modelos. De acordo com os testes AIC e BIC, o modelo contendo homogeneidade de variância residual promoveu o pior ajuste. Portanto, sugere-se considerar estrutura heterogênea de variâncias para o resíduo, uma vez que as variâncias apresentaram comportamento diferenciado no decorrer da lactação. Dentre os modelos que utilizam diferentes classes de variância residual, o modelo com seis classes apresentou o melhor resultado para o AIC e BIC. Embora este modelo tenha tido um menor valor para o Log L que o modelo com 10 classes, o LRT indicou que os valores da função de verossimilhança são iguais e com um menor número de parâmetros. Já em relação à ordem do polinômio, o que apresentou melhor ajuste foi o que considerou ordem quádrupla e quádrupla para efeitos genético-aditivo e de ambiente permanente, respectivamente (Len 5,4,6). O modelo Len 6,4,6 apresentou o melhor valor AIC, mas o modelo Len 5,4,6, além de ter apresentado o menor BIC, possuía um menor número de parâmetros. A variância genética aditiva apresentou-se levemente maior que a variância residual ao longo da lactação. As variâncias fenotípica, genética e de ambiente permanente apresentaram o mesmo comportamento no decorrer da lactação para os modelos com classes heterogêneas e homogêneas. As estimativas de herdabilidade (h^2) obtidas com o LEG5,4,6 (Tabela 2) variaram de 0,14 a 0,24, sendo mais altas nos meses iniciais da lactação e com tendência a diminuir nos meses finais. As estimativas das correlações genéticas foram altas entre os controles dos meses adjacentes e diminuiram quando o intervalos entre os meses aumentou, variando de 0,48 a 0,99.

Tabela 1. Número de parâmetros (p), valor da função de máxima verossimilhança (Log L), Critérios de Informação de Akaike (AIC), Informação Bayesiano de Schwarz (BIC), e teste da razão de verossimilhança entre os modelos (LRT).

| Modelo | p | LogL | AIC | BIC | LRT |
|---------|----|---------|----------|----------|--------------------------|
| Len – 1 | 13 | -45.784 | 91593,60 | 91703,83 | (2-1) 153,01* |
| Len – 3 | 16 | -45.631 | 91291,58 | 91418,78 | (3-2) 34,57* |
| Len – 6 | 18 | -45.596 | 91228,44 | 91381,07 | (4-3) 2,46 ^{ns} |



X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal
Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

| | | | | | |
|-----------|----|---------|-----------------|-----------------|---|
| Len – 10 | 22 | -45.594 | 91231,53 | 91418,08 | - |
| Len 3,4,6 | 22 | -45.596 | 91228,44 | 91381,07 | - |
| Len 4,3,6 | 22 | -45.362 | 90767,18 | 90953,73 | - |
| Len 4,4,6 | 26 | -45.241 | 90535,87 | 90764,82 | - |
| Len 3,5,6 | 27 | -45.212 | 90489,63 | 90769,46 | - |
| Len 5,3,6 | 27 | -45.404 | 90851,83 | 91038,38 | - |
| Len 4,5,6 | 31 | -45.324 | 90700,40 | 90920,87 | - |
| Len 5,4,6 | 31 | -45.208 | 90477,87 | 90740,74 | - |
| Len 3,6,6 | 33 | -45.179 | 90431,69 | 90745,44 | - |
| Len 6,3,6 | 33 | -45.317 | 90688,19 | 90917,14 | - |
| Len 5,5,6 | 36 | -45.235 | 90531,51 | 90794,38 | - |
| Len 4,6,6 | 37 | -45.190 | 90451,76 | 90757,02 | - |
| Len 6,4,6 | 37 | -45.161 | 90406,91 | 90763,06 | - |
| Len 5,6,6 | 42 | -45.289 | 90644,71 | 90924,53 | - |
| Len 6,5,6 | 42 | -45.206 | 90486,41 | 90800,15 | - |
| Len 6,6,6 | 48 | -45.322 | 90727,13 | 91083,27 | - |

*: significativo $P < 0,01$; ns: não significativo ($P > 0,01$). Em negrito, estão destacados os menores valores de AIC e BIC, e em itálico, está assinalado o melhor modelo de acordo com os critérios de escolha.

Tabela 2. Estimativas de correlações fenotípicas (abaixo da diagonal) e genéticas (acima da diagonal) e herdabilidade (diagonal) entre os meses de produção de leite para o modelo LEG5,4,6.

| Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,24 | 0,92 | 0,78 | 0,69 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,54 | 0,48 |
| 2 | 0,69 | 0,22 | 0,97 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,84 | 0,8 | 0,75 | 0,69 |
| 3 | 0,57 | 0,78 | 0,23 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,89 | 0,83 | 0,79 |
| 4 | 0,49 | 0,71 | 0,82 | 0,24 | 1 | 0,98 | 0,96 | 0,92 | 0,87 | 0,83 |
| 5 | 0,45 | 0,64 | 0,76 | 0,82 | 0,23 | 1 | 0,98 | 0,95 | 0,9 | 0,87 |
| 6 | 0,43 | 0,59 | 0,71 | 0,79 | 0,84 | 0,21 | 0,99 | 0,97 | 0,94 | 0,91 |
| 7 | 0,4 | 0,54 | 0,65 | 0,73 | 0,79 | 0,84 | 0,18 | 0,99 | 0,97 | 0,95 |
| 8 | 0,36 | 0,5 | 0,59 | 0,66 | 0,72 | 0,78 | 0,83 | 0,16 | 0,99 | 0,98 |
| 9 | 0,33 | 0,46 | 0,54 | 0,58 | 0,63 | 0,7 | 0,77 | 0,83 | 0,14 | 1 |
| 10 | 0,3 | 0,4 | 0,46 | 0,5 | 0,55 | 0,61 | 0,67 | 0,74 | 0,81 | 0,14 |

Conclusões

Há necessidade de se utilizar heterogeneidade de variâncias residuais. O modelo de ordem quádrupla para o coeficiente de regressão genético-aditiva e de ambiente permanente foi o mais adequado de acordo com os critérios para descrever a variação existente na produção de leite no decorrer da lactação de bovinos da raça Gir.

Literatura citada

- MEYER, K.. "WOMBAT", Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Armidale. **Proceedings...** Armidale: University of New England, 2006.
- WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics**, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.