



Modelagem da curva média de crescimento de ovinos Santa Inês em modelos de regressão aleatória¹

José Lindenberg Rocha Sarmiento², Lucia Galvão de Albuquerque³, Robledo de Almeida Torres⁴, Wandrick Hauss de Sousa⁵, Raimundo Nonato Braga Lobo⁶, José Ernandes Rufino de Sousa²

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor. Apoio: CNPq.

² Professor do CPCE/UFPI, Bom Jesus-PI, CEP: 64.900-000. e-mail: sarmiento@ufpi.br

³ Professora do Departamento de Zootecnia/FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. Pesquisadora do CNPq.

⁴ Professor do Departamento de Zootecnia/UFV. Pesquisador do CNPq.

⁵ Pesquisador da EMEPA-PB.

⁶ Pesquisador da EMBRAPA/CNPQ.

Resumo: Funções polinomiais da idade de diferentes ordens foram avaliadas na modelagem da trajetória média de crescimento de ovinos Santa Inês, em modelos de regressão aleatória. As análises foram executadas, inicialmente, desconsiderando o efeito de animal. Posteriormente, as análises de regressão aleatória foram realizadas incluindo-se os efeitos aleatórios de animal e da mãe. O ajuste linear não foi adequado para explicar as tendências nas médias da população, sendo as demais ordens semelhantes até próximo dos 100 dias de idade. A função cúbica proporcionou o ajuste mais próximo das médias observadas, principalmente ao final da curva. Ordens superiores a esta tenderam a apresentar comportamento incoerente com os pesos observados. As herdabilidades diretas estimadas considerando ajuste linear foram superiores às estimadas considerando as demais funções. As mudanças no ordenamento dos animais, com base nos valores genéticos preditos empregando ajuste linear e de ordens superiores, foram pequenas; porém, a diferença na magnitude dos valores genéticos preditos foi maior, chegando a valores 77% maiores que os obtidos com a função cúbica. A função polinomial cúbica mostrou-se eficiente para descrever a curva média de crescimento.

Palavras-chave: funções polinomiais, herdabilidade, ovinos deslanados, regressão fixa, valor genético

Average growth curve modeling of Santa Ines sheep in random regression models

Abstract: Polynomial functions of the age with several orders were compared to modeling Santa Ines sheep average growth curve, using random regression models. The analyses were carried out, initially, not considering the animal effect. Later, random regression analyses were carried out including the random effects of animal and dam. The linear polynomial was not adequate to model the population average tendency. The other orders of fit gave similar results until 100 days of age. The cubic function seems to have provided estimates closer to the observed means, mainly after the 100 days. The highest orders tended to present incoherent behavior compared to the observed weights. Direct heritability estimates obtained with linear polynomial were larger than the estimates with the other functions. The changes in ranking of animals, based in breeding value predicted by linear and other orders fitted, were small. However, the differences in magnitude of breeding values were larger, with values 77% larger than those obtained with cubic function. The cubic polynomial function was efficient to describe the average growth curve.

Keywords: breeding value, fixed regression, hair sheep, heritability, polynomial functions

Introdução

Para empregar os modelos de regressão aleatória (MRA) em avaliações genéticas da curva de crescimento, faz-se necessário ajustar uma função contínua fixa, que é denominada de trajetória média de crescimento, para representar a tendência de crescimento do peso corporal médio da população. A curva da parte aleatória do modelo é obtida como desvio da curva de cada animal em relação à trajetória média de crescimento (regressão fixa). Desta forma, modelar corretamente a trajetória média em modelos de regressão aleatória é imprescindível.

Embora alguns trabalhos tenham sido realizados com ovinos de corte, os mesmos direcionaram esforços na tentativa de buscar a melhor modelagem da parte aleatória, dando pouca atenção à modelagem da parte fixa. Lewis & Brotherstone (2002) utilizaram uma função contínua da idade de ordem cinco. Já Fischer et al. (2004) empregaram polinômios ortogonais da idade de ordem três (quadrático). Posteriormente, Sarmiento et al. (2006) utilizaram polinômios ortogonais de Legendre de ordem quatro.

Desta foram, objetivou-se com este estudo avaliar a modelagem mais adequada para a trajetória média de crescimento de ovinos da raça Santa Inês por meio de funções polinomiais da idade de diferentes ordens, em modelos de regressão aleatória, como também investigar a influência das diferentes ordens de ajuste na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste estudo são provenientes de 17.767 pesagens de 4.210 ovinos Santa Inês de três rebanhos experimentais, pertencentes à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Caprinos e EMBRAPA Tabuleiros Costeiros), relativos ao período de 1983 a 2005.

Inicialmente, a trajetória média da população foi ajustada por uma regressão fixa sobre polinômios ortogonais da idade com ordens variando de dois a oito ($k=2, \dots, k=8$). As análises foram executadas por meio do método de quadrados mínimos ordinários, com auxílio do procedimento GLM do SAS (1999), desconsiderando o efeito de animal. Os demais efeitos fixos considerados nesta análise foram o de grupo de contemporâneos e a idade da ovelha ao parto, como covariável linear e quadrática. Os critérios utilizados para comparação das diferentes ordens foram: significância dos coeficientes de regressão; quadrado médio do resíduo (QMR); percentagem quadrada de viés (PQV); desvio médio absoluto (DMA); e o coeficiente de determinação (R^2).

Posteriormente, para permitir a avaliação da influência da ordem de ajuste empregada na regressão fixa sobre a herdabilidade e os valores genéticos preditos, ajustaram-se sete modelos animais de regressão aleatória, variando-se a ordem de ajuste da regressão fixa de dois a oito e mantendo-se fixa a ordem de ajuste das regressões aleatórias. As regressões foram representadas por polinômios ortogonais de Legendre da idade. Os efeitos fixos incluídos na análise foram os mesmo descritos anteriormente. Na parte aleatória foram incluídos os efeitos genéticos aditivos, direto e materno, ambiente permanente de animal e materno. A variância residual foi considerada homogênea e a covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno foi assumida como sendo igual a zero. As análises foram executadas por meio do programa DXMRR (Meyer, 1998).

Avaliaram-se as mudanças ocorridas nos parâmetros genéticos estimados ao longo da curva de crescimento, como também na ordenação dos animais (por meio da correlação de Spearman), com base nos valores genéticos preditos à desmama para cada um dos modelos ajustados.

Resultados e Discussão

Os efeitos fixos considerados no modelo de análise da curva de crescimento foram todos significativos ($P < 0,01$). Ao avaliar a ordem de ajuste da função polinomial da idade, observou-se que a ordem mais alta com efeito significativo ($P < 0,01$) foi a terceira ($k=3$).

Comparando, inicialmente, a qualidade de ajuste das funções, observou-se que a maior mudança nos critérios ocorreu ao passar de uma função linear ($k=2$) para quadrática ($k=3$). Pode-se observar que, de acordo com QMR, DMA, R^2 e PQV, pouca melhoria foi obtida com as ordens superiores a terceira (Tabela 1), concordando com a significância dos coeficientes de regressão na análise de variância. Ligeiro decréscimo no QMR foi verificado com o ajuste da ordem quatro e no QMR e PQV com as ordens sete e oito.

Tabela 1 – Quadrado médio do resíduo (QMR), desvio médio absoluto (DMA), coeficiente de determinação (R^2) e percentagem quadrada de viés (PQV) para o ajuste da trajetória média da população com diferentes ordens ($k=2, \dots, k=8$)

Ordem de ajuste	QMR	DMA	R^2	PQV
k=2	16,61	3,11	0,73	7,23
k=3	13,75	2,66	0,78	5,98
k=4	13,74	2,66	0,78	5,98
k=5	13,74	2,66	0,78	5,98
k=6	13,74	2,66	0,78	5,98
k=7	13,72	2,66	0,78	5,97
k=8	13,72	2,66	0,78	5,97

Como indicado pelas informações apresentadas na Tabela 1, o ajuste linear não foi adequado para ajustar as mudanças da média da população com a idade, sendo que, as demais ordens de ajuste proporcionaram resultados semelhantes. Todavia, como se observa na Figura 1, as demais funções diferiram a partir dos 100 dias até o final da curva de crescimento.

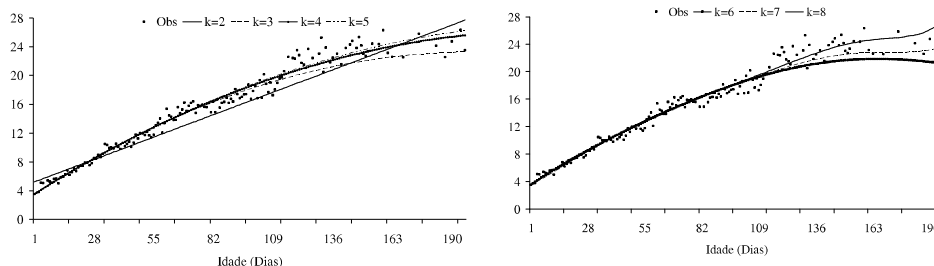


Figura 1 – Trajetória média populacional estimada por funções com diferentes ordens de ajuste.

As funções de ordens três, quatro e cinco tenderam a estimar curvas mais próximas, embora a estimada pela quadrática tenha se distanciado depois dos 100 dias de idade da maioria dos pontos observados e das curvas estimadas pelos polinômios de quarta e quinta ordem. Já as estimadas pelas ordens quatro e cinco parecem ter apresentado maior flexibilidade por terem estimado curvas mais próximas da maioria dos pontos observados. As funções com ordens superiores a cinco, mesmo não diferindo, com base nos critérios da Tabela 1, tenderam a apresentar comportamento não esperado. Desta forma, a função cúbica parece ter proporcionado ajuste mais representativo da realidade.

A herdabilidade direta, estimada pelo ajuste que empregou a função linear foi superior às estimadas pelas demais funções. Com a quadrática, as herdabilidades estimadas foram próximas às estimadas com ordens superiores. As estimativas mais altas foram obtidas entre os 100 e 150 dias de idade, variando de acordo com o ajuste empregado. No linear, a herdabilidade mais alta foi 0,17, na quadrática 0,14 e nas demais, próximo a 0,13. O efeito materno (genético e ambiente permanente) não foi influenciado pela modelagem da regressão fixa.

A correlação de ordem entre os valores genéticos preditos aos 112 de idade pela função linear e pelas demais funções foi 0,95. Apesar da pequena alteração no ordenamento dos animais, observou-se que houve uma grande variação na magnitude dos valores genéticos preditos, embora essa maior variação tenha ocorrido quando a função ajustada foi linear ou quadrática, quando comparado às demais funções. Constatou-se que, quando o ajuste foi linear houve aumento do valor genético predito em mais de 77%, quando comparado com o predito pela função cúbica. Desvios menores, porém consideráveis, foram verificados quando o ajuste foi quadrático, mais de 11%. Com ordens superiores a quatro (função cúbica), os desvios foram de menor magnitude, próximos aos 5%.

A importância prática deste resultado é que mesmo um animal tendo maior probabilidade de ser indicado como o melhor com base no valor genético predito por meio de um modelo empregando uma função quadrática ou cúbica, as diferenças esperadas na progênie (DEP) de um mesmo animal seriam diferentes, o que resultaria em estimativas de ganhos genéticos anuais errôneas, caso a função mais apropriada não fosse utilizada.

Conclusões

A utilização de uma função polinomial de quarta ordem (cúbica) mostrou-se eficiente para descrever a curva média de crescimento da população de ovinos Santa Inês em estudo. A herdabilidade e os valores genéticos preditos foram influenciados pela ordem de ajuste da função empregada, todavia a magnitude dos valores genéticos foi alterada com maior intensidade que a classificação dos animais.

Literatura Citada

- FISCHER, T.M.; VAN DER WERF, J.H.J.; BANKS, R.G. et al. Description of lamb growth using random regression on field data. **Livestock Production Science**, v.89, p.175-185, 2004.
- LEWIS, R.M.; BROTHERSTONE, S. A genetic evaluation of growth in sheep using random regression techniques. **Animal Science**, v.74, p.63-70, 2002.
- MEYER, K. DXMRR – A program to estimate covariance functions for longitudinal data by REML. In: 6th. WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale, Australia, **Proceedings...**Armidale: University of New England, 1998. CD-ROM.
- SARMENTO, J.L.R.; TORRES, R.A.; PEREIRA, C.S. et al. Avaliação genética de características de crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos de regressão aleatória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.1, p.68-77, 2006.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **USER'S guide**: statistics. Version 8.0, Cary, NC: SAS Institute, 1999.