

Estimação da sensibilidade ambiental do mérito genético para produção de leite usando modelo de norma de reação

Jaime Araujo Cobuci^{1,5}, Claudio Napolis Costa², Fernando Flores Cardoso^{3,5}, José Braccini Neto^{1,5},
Diego Pangung Ambrosini⁴, Nathize Alves Naziazeno⁶

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS. e-mail: jaime.cobuci@ufrgs.br

²Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG.

³Embrapa Pecuária Sul, Bagé-RS.

⁴Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual da Bahia, Itapetinga-BA.

⁵Bolsista Produtividade em pesquisa do CNPq.

⁶Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Bolsista PIBIC/CNPq

Resumo: Objetivou-se detectar a interação genótipo-ambiente (GA) e estimar os efeitos da sensibilidade ambiental para produção de leite até 305 dias (P305) em touros da raça holandesa utilizando o modelo de norma de reação (MNR). Foram utilizados 98,5 mil registros de P305 de vacas primíparas coletados entre 1994 e 2008, filhas de 2.057 touros. O modelo MNR incluiu efeitos fixos da composição racial, grupo genético dos touros, época de parto e idade da vaca no parto (covariável, componente linear), efeitos aleatórios genéticos do nível e da inclinação da norma de reação do animal, e efeitos aleatórios de grupo contemporâneo e residual. O nível ambiental para P305 foi previamente estimado por um modelo animal tradicional (MA), a partir dos desvios dos grupos de contemporâneos. O MNR apresentou melhor qualidade do ajuste em relação ao MA, que ignora a interação GA. As estimativas de variância genética e herdabilidade foram crescentes no gradiente ambiental. Observou a existência de touros com elevada sensibilidade às mudanças no ambiente, possibilitando a incidência de mudanças na ordem de classificação dos touros conforme o ambiente de exploração de suas progênes.

Palavras-chave: Amostrador de Gibbs, inferência bayesiana, norma de reação, parâmetros genéticos, raça holandesa

Estimation of environment sensitivity of genotype for milk yield using a reaction norm model

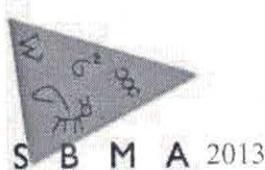
Abstract: The objective of this work was to detect the genotype by environment (GE) interaction and estimate the effects of environmental sensitivity to milk yield 305 days (M305) in bulls using the reaction norm model (RNM). Were used 98,5 thousand records of M305 primiparous cows collected between 1994 and 2008, 2,057 daughters of bulls. The model included fixed effects of racial composition, genetic group of bulls, season and age of the cow at calving (covariate, linear component), random genetic effects of level and slope of the norm reaction, and random effects contemporary group and residual. The environmental level to M305 was previously estimated by a traditional animal model (AM), from the deviations of the contemporary group. The RNM has better quality of adjustment in relation to the AM, which ignores the interaction GA. Estimates of genetic variance and heritability were growing environmental gradient. Noted the presence of bulls with high sensitivity to changes in the environment, allowing the impact of changes in the rank of the bulls as the effective environment of their progenies.

Keywords: Bayesian inference, genetic parameters, Gibbs sampler, Holstein cows, reaction norm

Introdução

A importação e comercialização mundial de sêmen expõem as progênes de touros às mais variadas condições climáticas e/ou de sistemas de produção quando comparadas às condições (originais) em que seus genitores são selecionados. A adaptação ao ambiente de exploração (local) pode causar variação no desempenho individual dos animais em diferentes ambientes, fenômeno conhecido como interação genótipo-ambiente (GA). Tradicionalmente a avaliação desse fenômeno em bovinos de leite foi realizada pela definição da expressão dos diferentes genótipos em vários ambientes como características distintas, com posterior estimação da correlação genética entre essas características (ou ambientes). As estimativas dessas correlações entre diferentes ambientes variaram de 0,90 a 1,00, entre países de clima temperado (Calus & Veerkanp 2003 e Kolmodin et al., 2004), indicando reclassificação dos touros. No início da última década, Kolmodin (2002) utilizou o modelo de norma de reação para avaliação da interação GA em gado de leite. Sua facilidade de interpretação (Shariati et al., 2007) e simplicidade na

SP 6234
P-205



estimação da herdabilidade e da correlação genética dentro de um gradiente de ambiente (Pollot & Greeff, 2004) são vantagens que justificam seu uso na seleção genética de animais. Objetivou avaliar e descrever a interação GA na produção de leite até 305 dias (P305) de animais da raça Holandesa pela utilização do modelo de norma de reação.

Material e Métodos

Os registros de produção de leite de 98,5 mil vacas primíparas da raça Holandesa utilizados no presente estudo são provenientes de rebanhos supervisionados, entre 1994 e 2008, pelos serviços de controle leiteiro das Associações Estaduais de Criadores da Raça afiliadas a Associação Brasileira de Criadores de Gado Holandês (ABCBRH). Esses registros foram editados para idade da vaca no parto (18-42 meses), composição racial (puras por cruzas e puras de origem), estação de parto (1-4), grupo genético dos touros (1-11) e para grupos de animais contemporâneos (rebanho e ano de parto) com no mínimo de três lactações. Esta última variável foi utilizada para caracterizar o ambiente (X). A conexão entre grupos contemporâneos foi avaliada com base no número de laços genéticos por meio do uso do programa AMC. Alternativamente ao modelo animal tradicional (MA) que ignora interação GA foi utilizado o modelo de norma de reação (MNR) considerando a variância residual homogênea para análise da produção de leite até 305 dias (P305).

O modelo MA incluiu os efeitos fixos de rebanho-ano de parto (grupo contemporâneo), composição racial, grupo genético dos touros, época de parto e idade da vaca no parto como covariável, com componente linear e efeitos aleatórios de animal e residual. Semelhantemente aos estudos prévios de Kolmodin et al., (2002) e Calus & Veerkamp (2003), na estimação da norma de reação dos animais ao ambiente pelo modelo de norma de reação (MNR), a solução do efeito de grupo contemporâneo obtida previamente pelo MA foi utilizada como covariável. O modelo MNR assumiu que os registros de P305 têm distribuição normal, com média determinada por uma função linear dos efeitos fixos (composição racial, grupo genético dos touros, época de parto e coeficiente de linear de idade da vaca no parto), efeito aleatório de grupo de contemporâneos (ambiente) e efeitos genéticos (intercepto e coeficiente de regressão linear aleatórios, correspondentes à norma de reação do animal ao ambiente) e com variância residual homogênea por meio de uma função linear na escala logarítmica do desvio ambiental (X), o qual foi determinado pela solução do grupo contemporâneo correspondente ao registro produtivo. O valor genético do animal (norma de reação) foi obtido pela soma do intercepto com o produto do coeficiente de inclinação e X, ou seja, para cada ambiente X há um valor genético específico de cada animal.

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas utilizando o programa INTERGEN (Cardoso, 2008) sob abordagem bayesiana, gerando cadeias de Markov de 400.000 ciclos, após um período de descarte de 100.000 ciclos e amostragem a cada 10 ciclos, tanto para MA como MNR. A verificação da convergência das cadeias foi realizada pelo teste de Geweke. A qualidade do ajuste dos modelos MA e MNR foram comparados entre si pelos critérios de Informação da *Deviance* (DIC), da *Deviance* baseada no Fator de Bayes (BF) e da *Deviance* baseada na Ordenada Preditiva Condicional (CPO).

Resultados e Discussão

O teste de Geweke ($p > 0,05$) indicou que o número de ciclos, o período de descarte e o número de amostras finais das cadeias geradas pelos modelos MA e MRN foram suficientes para a convergência das distribuições posteriores das estimativas dos componentes de variância e herdabilidades. Os resultados obtidos pelos critérios DIC, BF e CPO, para avaliação de qualidade do ajuste dos modelos, indicaram o MNR como o modelo que melhor se ajustou aos registros de produção de leite.

A média da distribuição posterior da herdabilidade estimada pelo MA foi de $0,27 \pm 0,01$, a qual assemelha-se ao valor de 0,25 obtido por Costa et al. (2012), na avaliação genética nacional da raça holandesa com o modelo MA. A média da distribuição da estimativa de herdabilidade obtida pelo MNR variou de $0,20 \pm 0,01$ a $0,37 \pm 0,01$, para os piores e os melhores ambientes, respectivamente.

A variância genética e a herdabilidade, obtidas pelo MNR, aumentaram conforme melhorou a qualidade do ambiente, comportamento semelhante ao verificado por Calus & Veerkamp (2003) para produção de leite, gordura e proteína na raça holandesa. A diferenciação desses parâmetros genéticos entre modelos MA e MNR indica que a atribuição da variância total a efeitos genéticos foi maior no MNR, sugerindo maior resposta à seleção em relação ao MA. O aumento crescente na variância genética à medida que o ambiente de tornou mais favorável pode indicar que os animais de maior valor genético

médio para P305 foram os que mais responderam à melhoria no ambiente, concordando, com os relatos de Kolmodin et al. (2002) ao avaliar a interação GA na produção de proteína de bovinos de leite. Esse efeito em escala para variância genética e herdabilidade deixa explícita a vasta diferença de sensibilidade ambiental entre animais (Calus & Veerkamp, 2003).

A correlação genética estimada entre nível e inclinação da norma de reação dos animais aos ambientes foi de $0,86 \pm 0,03$, sugerindo que à medida que o ambiente se tornou mais favorável, aumentou a diferença entre os valores genéticos dos animais, caracterizando a presença da GA na produção de leite. Pode-se observar na Figura 1, que mesmo nos piores ambientes ($X = -1,0$ e $X = -0,1$) houve reordenamento na classificação dos 15 touros com mais de 200 filhas. Ressalta-se quatro mudanças na ordem de classificação dos touros dentro do intervalo de $X = -1$ a $X = 0$ no gradiente ambiental. Esses resultados indicam que o potencial genético dos touros necessário para produção de leite nos piores ambientes é diferente daquele nos ambientes razoáveis ou bons, o que possibilitou a incidência de mudanças na ordem de classificação dos touros conforme o ambiente de exploração de suas progênie (não mostrado). Desta forma as expectativas de produção de suas filhas seriam frustradas, uma vez que certos animais não teria condições ambientais favoráveis para expressarem seu potencial genético.

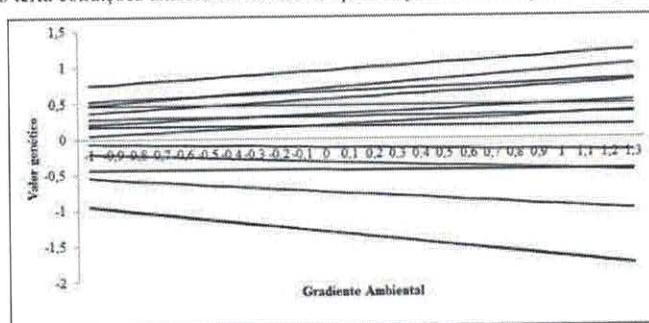


Figura 1. Norma de reação para produção de leite de 15 touros da raça holandesa com mais de 200 filhas, obtida pelo modelo de norma de reação.

Conclusões

Existem touros com elevada sensibilidade às mudanças no ambiente e ocasiona incidência de mudanças na ordem de classificação conforme o ambiente de exploração. À medida que o ambiente no qual são submetidos se torna mais favorável aumenta a diferença entre valores genéticos desses touros, caracterizando, a presença da interação genótipo-ambiente na produção de leite na raça holandesa

Literatura citada

- CALUS, M.P.L.; VEERKAMP, R.F. Estimation of environmental sensitivity of genetic merit for milk production traits using a random regression model. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.3756-3764, 2003.
- CARDOSO, F.F. *Manual de utilização do programa INTERGEN* □ Versão 1.0 em estudos de genética quantitativa animal. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008, p.74.
- KOLMODIN, R.; STRAMBERG, E.; MADSEN, P. et al. Genotype by environment interaction in Nordic dairy cattle studied using reaction norms. *Acta Agriculture Scandinavia, Section A. Animal Science*, v.52, p.11-24, 2002.
- KOLMODIN, R., E. STRANDBERG, B. DANELL, et al. Reaction norms for protein yield and days open in Swedish red and white dairy cattle in relation to various environmental variables. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science*, v.54, p.139-151, 2004.
- POLLOTT, G.E.; GREEFF, J.C. Genotype x environment interactions and genetic parameters for fecal egg count and production traits of Merino sheep. *American Society of Animal Science*, v.82, p.2840-2851, 2004.
- SHARIATI, M.M.; SU, G.; MADSEN, P. et al. Analysis of milk production traits in early lactation using a reaction norm model with unknown covariates. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.5759-5766, 2007.