



VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Maringá, PR – 01 e 02 de julho de 2010

Melhoramento Animal no Brasil: UMA VISÃO CRÍTICA

Interação genótipo-ambiente para produção de leite na raça Holandesa usando modelo de norma de reação

Jaime Araujo Cobuci^{1,4}, Claudio Napolis Costa^{2,4}, Fernando Flores Cardoso^{3,4} José Braccini Neto¹

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.

⁴Bolsista do CNPq.

Resumo: O modelo de norma de reação é o mais novo procedimento para estudar a interação genótipo-ambiente (GA), propiciando a descrição do fenótipo expressado pelo genótipo como uma função do ambiente. Objetivou-se detectar a presença da interação GA para a produção de leite em até 305 dias (P305) em animais da raça Holandesa e avaliar o modelo animal tradicional (MA), comparativamente ao modelo de norma de reação (MANR), como alternativa para ajuste do efeito da interação GA. Foram utilizados 98.524 registros de vacas holandesas coletados entre 1994 e 2008. O MANR incluiu os efeitos fixos (grupo de contemporâneos, composição racial, grupo genético dos touros, época de parto e idade da vaca no parto) e aleatórios (nível e inclinação da norma de reação do animal). O nível ambiental para P305 foi previamente estimado pelo MA (que incluiu os mesmos efeitos fixos do MANR), a partir dos desvios de grupo de contemporâneos. As estimativas de variância genética e herdabilidade foram crescentes no gradiente ambiental, caracterizando a existência da interação GA. As análises de avaliação da qualidade do ajuste indicaram o MANR como o modelo que proporcionou melhor ajuste aos registros produtivos, sendo, portanto, o mais adequado para uso nos estudos da interação GA em populações de animais da raça Holandesa.

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

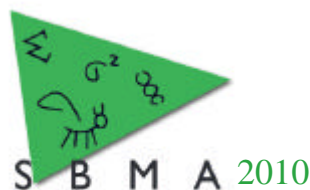
Genotype by environment interaction for milk yield in Holstein cattle using a reaction norm model

Abstract: The reaction norm model is a new approach to study genotype x environment interaction (GE), describing the phenotype expressed by a genotype as a function of the environment. Our objective was to verify the presence of the GE for 305-days milk yield (M305) in Holstein breed and evaluate traditional animal model (MA) compared to reaction norm model (MANR), as an alternative for adjustment of GE. Data included 98,524 first lactation records in a time period ranging from 1994 to 2008. The MANR included fixed effects (group of contemporary, composition racial, genetic group of bulls, season and age of calving) and random (level e slope of animal reaction norm). The M305 environmental level was previously estimated by a MA (which included the same fixed effects of MANR), from contemporary group deviations. Genetic variance and herdabilidade estimates were increased on the environmental gradient, characterizing that there is GE. The analyses for the evaluation of quality adjustment indicated the MANR as the model which provided better adjust to records, being the most suitable for use in studies of GE in Holstein breed.

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

Introdução

O termo interação genótipo-ambiente (GA) é usado para descrever o fenômeno que ocorre quando há mudanças nos desempenhos de conjuntos de genótipos em diferentes ambientes. Nas últimas décadas a avaliação desse fenômeno em bovinos de leite foi feita pela inclusão do termo interação GA como efeito fixo nos modelos ou pela definição da expressão dos conjuntos de genótipos em vários ambientes como características distintas e posterior estimação da correlação entre essas características (ou ambientes). Mais recentemente, Kolmodin (2002) sugeriu o uso do modelo de norma de reação nos estudos da interação GA pela área do melhoramento animal. Sua facilidade de interpretação (Shariati et al., 2007) e simplicidade na estimação da herdabilidade e da correlação genética dentro de um gradiente



VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Maringá, PR – 01 e 02 de julho de 2010

Melhoramento Animal no Brasil: UMA VISÃO CRÍTICA

de ambiente (Pollot & Greeff, 2004) são vantagens que possivelmente o tornou de uso preferido. Este estudo foi conduzido com o objetivo de detectar a presença da interação GA para a produção de leite em até 305 dias em animais da raça Holandesa e avaliar o modelo animal tradicional, comparativamente ao modelo de norma de reação usando uma abordagem bayesiana, como alternativa para ajuste do efeito da interação GA.

Material e Métodos

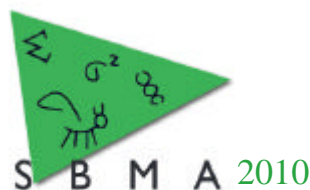
Os registros de produção de leite de 98.524 vacas primíparas da raça Holandesa utilizados no presente estudo são provenientes de rebanhos supervisionados, entre 1994 e 2008, pelos serviços de controle leiteiro das Associações Estaduais de Criadores da Raça afiliadas a Associação Brasileira de Criadores de Gado Holandês (ABCBRH). Os registros de desempenho produtivo das lactações de primeiro parto foram editados basicamente para idade da vaca no parto (18-42 meses), composição racial (puras por cruza e puras de origem), estação de parto (1-4), grupo genético dos touros (1-11) e tamanho do grupo contemporâneo formado pela junção das variáveis rebanho e ano de parto (mínimo de três lactações). Esta última variável foi utilizada para caracterizar o ambiente. A conexão entre grupos de animais contemporâneos foi avaliada com base no número total de laços genéticos (mínimo de três) por meio do programa AMC.

O modelo animal tradicional (MA) é semelhante ao utilizado na avaliação genética da raça Holandesa no Brasil e 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 a estudos prévios (Kolmodin *et al.*, 2002 e Calus & Veerkamp, 2003), na estimação da norma de reação, pelo modelo de norma de reação (MANR), foi utilizada como covariável a solução do efeito de grupo contemporâneo previamente obtida pelo MA. Desta forma, o modelo MANR assumiu que os registros de P305 têm distribuição normal, com média determinada por uma função linear de efeitos fixos (ambiente do grupo de contemporâneos, composição racial, grupo genético dos touros, época de parto e coeficiente de linear de idade da vaca no parto), efeitos genéticos (intercepto e coeficiente de regressão linear aleatórios, correspondentes à norma de reação do animal ao ambiente) e residual (variância homogênea).

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas utilizando o programa INTERGEN com uma abordagem bayesiana, por meio de métodos Monte Carlo via cadeias de Markov (MCMC) de 200.000 amostras, após um período de descarte de 40.000 ciclos e com amostras retiradas a cada 10 ciclos, para ambos os modelos. A verificação da convergência das dessas cadeias foi realizado com base na análise gráfica e no valor da auto-correlação serial das amostras finais. Os modelos MA e MANR foram comparados entre si através do Critério 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 resultado da análise de conectabilidade dos grupos de animais contemporâneos indicou a formação de um arquipélago principal (grupo com maior número de laços genéticos) com 98.476 vacas em 8.983 grupos de contemporâneos e um segundo arquipélago com 14 vacas em 2 grupos de contemporâneos desconectados. As análises gráficas e os valores da correlação serial das amostras finais em cada cadeia apontaram para a convergência (valores não apresentado). Os testes de avaliação de qualidade do ajuste dos modelos indicaram, de forma unânime, o MANR como o modelo que melhor se ajustou aos registros de produção de leite (Tabela 1). As estimativas de variância genética aditiva variaram dentro desse gradiente ambiental e apresentaram maiores valores para ambientes com melhor qualidade (Tabela 2), evidenciando a existência da interação GA pelo ajuste do MANR. As médias das distribuições a posterior das estimativas de variância genética obtidas pelo MANR variaram de $0,24 \pm 0,01 \text{ kg}^2$ a $0,56 \pm 0,01 \text{ kg}^2$, para os piores ($X = -1,38$) e os melhores ($X = +1,38$) ambientes, respectivamente. O aumento crescente na variância à medida que o ambiente de torna mais favorável pode indicar que os animais de maior valor genético médio para produção de leite em até 305 dias foram os que mais responderam à melhoria no ambiente, concordando, portanto as observações de Kolmodin (2002) para produção de proteína. Calus & Veerkamp (2003) relataram que esse efeito em escala para as variâncias genéticas deixa explícita a vasta diferença de sensibilidade ambiental entre animais.



VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Maringá, PR – 01 e 02 de julho de 2010

Melhoramento Animal no Brasil: UMA VISÃO CRÍTICA

Tabela 1- Valor do Fator de Bayes (BF), Critério de Informação da *Deviance* (DIC) e Ordenada Preditiva Condicional (CPO), segundo o modelo animal tradicional (MA) e modelo animal de normas de reação (MANR).

Modelos	BF	DIC	CPO
MA	293346,96	314725,45	319168,04
MANR	277300,38	297872,37	301857,75

Semelhantemente às variâncias genéticas as médias das distribuições posteriores da herdabilidade, obtidas pelo MANR, aumentaram conforme cresceu a qualidade do ambiente (Tabela 2). Tal comportamento confirma que os parâmetros genéticos de uma população modificam-se conforme o ambiente em que os animais são submetidos, caracterizando novamente a presença da GA. Esses resultados estão de acordo com os observados por Calus & Veerkamp (2003) para as produções de leite, gordura e proteína, onde as estimativas de herdabilidade aumentaram conforme gradiente ambiental. Para o MA, que considera efeito ambiental da população como efeito fixo (médio), a herdabilidade foi de $0,27 \pm 0,00$, portanto equivalente ao valor de $0,28 \pm 0,00$ estimado pelo MANR no ambiente médio ou de qualidade intermediária ($X = 0$). A comparação entre os valores de herdabilidade obtidos pelos modelos permite inferir que a atribuição da variância total a efeitos genéticos foi maior que a efeitos ambientais no MANR, sugerindo uma melhor resposta à seleção em relação ao MA.

A correlação genética entre nível e inclinação da norma de reação dos animais aos ambientes foi de $0,86 \pm 0,03$, sugerindo que os animais de maior valor genético no ambiente médio ($X = 0$) foram também os que melhor responderam às mudanças favoráveis de ambiente. Ou seja, à medida que o ambiente se torna mais favorável, aumenta a diferença entre os valores genéticos dos animais, uma vez que esses animais têm a possibilidade de melhor expressar seu potencial genético.

Tabela 2 - Média e desvios padrão da distribuição a posterior da variância residual (VE), variância genética (VA) e herdabilidade em diferentes níveis de ambiente (X, em kg/1000) e valor da correlação genética (COR) entre o nível e a inclinação das normas de reação, de acordo com o modelo animal tradicional (MA) e modelo animal de norma de reação (MANR).

Modelo	X	VE	VA	h^2	COR
MA	0	$1,086 \pm 0,01$	$0,413 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,00$	
	-1,38	$0,947 \pm 0,01$	$0,243 \pm 0,01$	$0,20 \pm 0,00$	
MANR	0	$0,947 \pm 0,01$	$0,382 \pm 0,00$	$0,28 \pm 0,00$	$0,86 \pm 0,03$
	+1,38	$0,947 \pm 0,01$	$0,567 \pm 0,01$	$0,37 \pm 0,00$	

Conclusões

Existe interação genótipo-ambiente na raça Holandesa no Brasil. O uso dos modelos de norma de reação é uma boa alternativa para avaliação da interação genótipo-ambiente em populações de animais da raça.

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.
- 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.
- 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.