

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

### Interação genótipo-ambiente na raça Holandesa utilizando modelo de norma de reação

Jaime Araujo Cobuci<sup>1,5</sup>, Claudio Napolis Costa<sup>2</sup>, Fernando Flores Cardoso<sup>3,5</sup>, José Braccini Neto<sup>1,5</sup>, Diego Pangung Ambrosini<sup>4</sup>, Malani Quevedo de Moura<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS. e-mail: [jaime.cobuci@ufrgs.br](mailto:jaime.cobuci@ufrgs.br)

<sup>2</sup>Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG.

<sup>3</sup>Embrapa Pecuária Sul, Bagé-RS.

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

<sup>5</sup>Bolsista Produtividade em pesquisa do CNPq.

<sup>6</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi verificar a presença interação genótipo-ambiente (GA) na produção de leite até 305 dias (P305) de animais da raça Holandesa pela utilização dos modelos de norma de reação (MNR) considerando homogeneidade (MNR-HOM) e heterogeneidade (MNR-HET) de variância residual, alternativamente ao modelo animal tradicional (MA) que considera variância residual homogênea e que ignora interação GA. Foram utilizados 98,5 mil registros de P305 de vacas primíparas coletados entre 1994 e 2008. O nível ambiental para P305 nos MNR foi determinado pela solução do grupo contemporâneo (rebanho e ano de parto) correspondente ao registro de produção obtido previamente pelo MA. O MNR-HOM foi indicado como o modelo melhor no ajuste da P305 pela maioria critérios de avaliação da qualidade de ajuste. Observou-se aumento crescente da variância genética aditiva e herdabilidade ao longo do gradiente ambiental para os MNR, indicando que em melhores condições ambientais há aumento na expressão do potencial genético dos animais, caracterizando, portanto, a presença da interação GA na P305 na raça Holandesa.

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

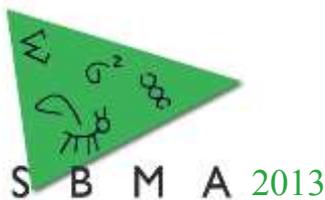
### Genotype by environment interaction in Holstein cattle by studied by use of reaction norm

**Abstract:** The objective this work was to verify the presence of genotype by environment (GA) interaction in milk yield 305 days (M305) of Holstein cows for the use of norm reaction models of (NRM) considering homogeneity (NRM-HOM) and heterogeneity (NRM-HET) residual variance, alternatively to traditional animal model (AM) that considers residual homogeneous variance and that ignores GA interaction. Were used 98.5 thousand MP305 primiparous cows records collected between 1994 and 2008. The environmental level of M305 in NRM was determined by solution of contemporary group (herd and year of birth) corresponding to the production record obtained previously by AM. The NRM-HOM was chosen as the best model to adjustment by most criteria for quality evaluation. There was increasing the variance additive genetic and heritability along the environmental gradient to the NRM, indicating that better environmental conditions there is an increase in the expression of genetic potential of animals, featuring the presence of GA in Holstein breed.

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

### Introdução

A adaptação dos animais ao ambiente de exploração pode causar variações nos seus desempenhos individuais em diferentes ambientes, caracterizando a interação genótipo-ambiente (GA). Comumente a avaliação da presença da interação GA têm sido realizada pela investigação da expressão fenotípica dos diferentes genótipos em vários ambientes como características distintas (sob modelos de múltiplas características) com posterior estimação da correlação genética entre essas características (ou ambientes). Uma alta correlação genética (>0,80) entre características indica que o mesmo conjunto de genes é expresso nos diferentes ambientes, portanto não há presença da interação GA. Baixa correlação (< 0,80) sugere haver expressão parcial dos genes nos diferentes ambientes, indicando a presença da interação GA. Esse modelo de avaliação da interação GA é limitado quando há um gradiente desse efeito sobre um grande número de ambientes (Shariati et al., 2007). O modelo de norma de reação configura-se como um modelo alternativo por permitir avaliação de um grande número de ambiente pela estimação de poucos parâmetros no modelo. Em gado de leite, o primeiro estudo para avaliação da interação GA sob o



## X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal

Uberaba, MG – 18 a 23 de agosto de 2013

modelo alternativo de norma de reação foi realizado por Kolmodin et al. (2002). Objetivou-se 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 considerando homogeneidade e heterogeneidade de variância residual.

### 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 contemporâneos (rebanho e ano de parto) com no mínimo de três lactações. 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 os modelos de norma de reação considerando a variância residual homogênea (MNR-HOM) e variância residual heterogênea (MNR-HET) para avaliação da interação GA na produção de leite até 305 dias (P305). O ambiente (X) foi caracterizado por 8.983 grupos de animais contemporâneos manejados no mesmo rebanho e ano de parto.

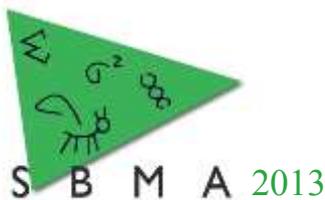
O modelo MA incluiu os efeitos fixos de grupo contemporâneo formado por rebanho e ano de parto, composição racial, grupo genético dos touros, época de parto e idade da vaca no parto como covariável, com componente linear, e efeitos aleatórios de animal e residual. Os modelos MNR-HOM e MNR-HET assumiram 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 inclinação, correspondentes à norma de reação do animal ao ambiente) e com variância residual (VE) homogênea e heterogênea 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 obtida previamente pelo MA. A variância genética aditiva no ambiente X ( $VG|X$ ) foi obtida por  $VG|X = VA + X \cdot X \cdot VB + 2 \cdot X \cdot COVAB$ , em que VA e VB são as variâncias genéticas aditivas do intercepto (VA) e da inclinação (VB) das normas de reação, e COVAB a covariância entre intercepto e inclinação da norma de reação, para efeitos aleatórios genéticos. A herdabilidade foi obtida por  $h^2|X = VG|X / (VG|X + VE|X)$ , onde  $VE|X$  é a variância residual no ambiente X dada por  $VE \cdot n^X$ , no MNR-HET, e por VE, nos modelos MA e MNR-HOM. Em que n é o parâmetro de heterogeneidade de variância no gradiente ambiental, conforme modelo descrito por Cardoso (2008).

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 nos MNR. A verificação da convergência das cadeias foi realizada pelo teste de Geweke. A qualidade do ajuste dos modelos MA, MNR-HOM e MNR-HET 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, MNR-HOM e MNR-HET foram suficientes para a convergência das distribuições posteriores das estimativas dos componentes de variância e herdabilidades. Os resultados obtidos pelos critérios DIC e BF, para avaliação de qualidade do ajuste dos diferentes modelos, indicaram o MNR-HOM como o modelo que melhor se ajustou aos registros de produção de leite, diferindo, portanto, do critério CPO, que elegeu o MNR-HET, como o de melhor ajuste.

As estimativas dos componentes de variância genético aditivo variaram conforme o gradiente ambiental, aumentando à medida que melhorou o ambiente, confirmando a presença da interação GA pelo efeito de escala, tanto no MNR-HOM como para o MNR-HET, enquanto que no MA é



necessariamente constante (Figura 1). Efeito semelhante também foi observado por Kolmodin et al. (2002) para produção de proteína na raça Holandesa.

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. As estimativas de herdabilidade obtidas pelos modelos MNR-HOM e MNR-HET variaram de  $0,20 \pm 0,01$  a  $0,37 \pm 0,01$  e, de  $0,26 \pm 0,01$  a  $0,29 \pm 0,01$ , para os piores e os melhores ambientes, respectivamente. A variação observada nas variâncias genéticas aditivas e herdabilidades no gradiente ambiental assemelha-se aos resultados encontrados por Kolmodin et al. (2002) e Calus & Veerkamp (2003), que observaram aumento desses parâmetros conforme o gradiente ambiental se tornou favorável. O aumento crescente da variância genética aditiva ao longo do gradiente ambiental indica que em melhores condições ambientais há um aumento na expressão do potencial genético dos animais. A diferenciação nas estimativas de herdabilidade entre modelos MA e MNR no gradiente ambiental sugere que a atribuição da variância fenotípica a efeitos genéticos foi maior que aos efeitos ambientais nos modelos MNR-HOT e MNR-HET (Figura 1), indicando maior resposta à seleção em relação ao MA.

Dessa forma, ressalta-se a importância de contemplar a sensibilidade ambiental dos animais, indicada pelo coeficiente de inclinação da normas de reação dos animais aos diferentes ambientes, em avaliações genéticas de raça Holandesa.

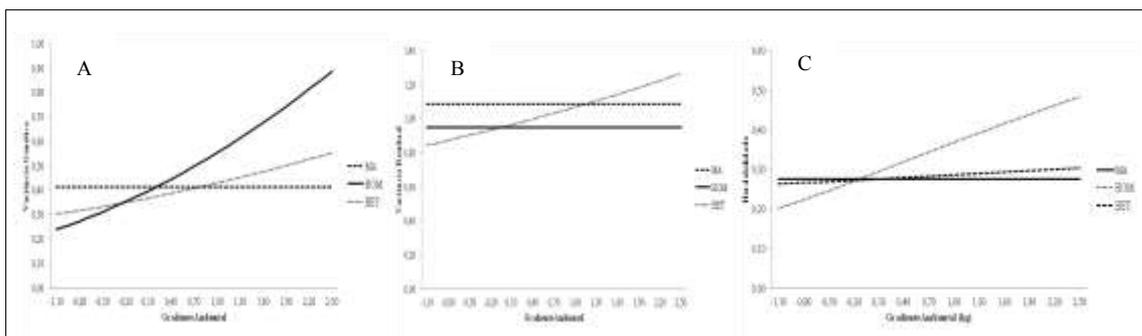


Figura 1. Estimativas das variâncias genética (A) e residual (B) e herdabilidades (C) ao longo do gradiente ambiental, obtidas pelo modelo animal tradicional (MA) e pelos modelos de normas de reação homodadástico (HOM) e heterocedástico (HET).

### Conclusões

Constatou-se a presença da interação genótipo-ambiente na produção de leite das vacas holandesa manejadas em rebanhos brasileiros. Portanto, confirmando a existência da sensibilidade dos animais às mudanças no ambiente com possibilidade inclusive da incidência de mudanças na classificação pelo mérito genético conforme as condições do ambiente de exploração.

### 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.
- 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.