

# Normas de reação para o estudo da interação genótipo-ambiente do peso ao sobreano de bovinos Canchim.

## Reaction norms for the study of genotype-environment interaction for post-yearling weight in Canchim cattle.

Mattar, M<sup>1</sup>\*; Cardoso, F F<sup>2</sup>; Alencar, M M<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp/Jaboticabal - SP, Brasil, [mairamattar@hotmail.com](mailto:mairamattar@hotmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul. - Bagé-RS, Brasil, [fcardoso@cppsul.embrapa.br](mailto:fcardoso@cppsul.embrapa.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste – São Carlos-SP, Brasil, [mauricio@cppse.embrapa.br](mailto:mauricio@cppse.embrapa.br)

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar a presença de interação genótipo-ambiente (IGA) via normas de reação, obtidas por regressão aleatória, para a característica peso ao sobreano (PS) em bovinos da raça Canchim do Brasil. Foram estimadas herdabilidades crescentes no gradiente ambiental iguais a  $0,12 \pm 0,01$ ;  $0,26 \pm 0,02$  e  $0,41 \pm 0,03$ , para os desvios ambientais em PS de -41 kg; 0; +41 kg. A correlação genética entre o intercepto e a inclinação da norma de reação foi igual a  $0,90 \pm 0,03$ , o que indicou a presença de IGA caracterizado pelo efeito de escala. A correlação de Spearman entre os valores genéticos dos animais para PS em diferentes níveis ambientais não demonstrou alteração na ordem dos genótipos para esta característica, indicando que não houve mudança na classificação dos animais nos extratos do gradiente ambiental.

Palavras-chave: bovinos Canchim, interação genótipo-ambiente, normas de reação, peso ao sobreano

### Abstract

The aim of this research was to study the presence of genotype-environment interaction (GEI), through reaction norms hierarchical model obtain by random regression for post-yearling weight (PYW) trait in Canchim cattle of Brazil. Were estimated increasing heritabilities in environmental gradient equal  $0,12 \pm 0,01$ ;  $0,26 \pm 0,02$  e  $0,41 \pm 0,03$  for environmental deviations for PYW of -41 kg; 0; +41 kg. The genetic correlation between intercept and slope of the reaction norms was  $0,90 \pm 0,03$ , indicating presence of GEI characterized by scale effect. The Spearman correlation between genetics values for PYW in different environments levels not showed alteration in genotypes order for this trait, indicating that not had change in the classification of the animals in extracts of environmental gradient.

Key Words: Canchim cattle, genotype-environment interaction, post-yearling weight, reaction norms

### Introdução

A presença da interação genótipo-ambiente (IGA) pode ser caracterizada pela variação do conjunto de genes que expressa uma característica devido às diferenças ambientais (Falconer, 1952). Desta forma, o ordenamento do desempenho dos animais pode alterar-se quando diferenças fenotípicas entre genótipos variam de ambiente para ambiente (Falconer & Mackay, 1996). Esta reclassificação dos animais ocorre, pois seu potencial genético é expresso à medida que as condições ambientais o permitem. Sendo assim, o estudo da presença da IGA visa investigar se este efeito esta presente nas populações bovinas para ser considerado nos programas de melhoramento animal a fim de não retardar a resposta à seleção.

A IGA pode ser estudada por meio de modelo de normas de reação que, descreve características que mudam gradualmente e continuamente sobre um gradiente ambiental (Komoldin, 2003). As normas de reação (NR) são estimadas por meio de funções de covariância obtidas via modelos de regressão aleatória, para determinar a NR dos animais às variações gradativas no ambiente de produção, o que possibilita identificar os genótipos de melhor desempenho em cada extrato do gradiente ambiental (Kirkpatrick et al., 1989). No modelo clássico das normas de reação, o gradiente ambiental pode ser obtido pela aproximação dos desempenhos fenotípicos ao desempenho médio dos genótipos, no entanto, tornar este parâmetro conhecido pode gerar resultados enganadores devido, por exemplo, a presença de tendência genética (Su et al., 2006). Para evitar inferências inapropriadas sobre o gradiente ambiental e evitar o ranking incorreto dos valores genéticos preditos, devido estes serem definidos em função do gradiente, Su et al. (2006) propuseram uma metodologia em que estima-se simultaneamente o ambiente e a NR sem usar estimativas prévias do valor ambiental. O objetivo deste estudo foi investigar a presença de interação genótipo-ambiente através de um modelo hierárquico das normas de reação em bovinos Canchim do Brasil.

## Material e Métodos

Os dados utilizados foram provenientes de bovinos da raça Canchim criados no Brasil, participantes do programa de avaliação genética da raça, executado pela Embrapa-Genepplus. O arquivo de dados continha 14.078 observações de peso ao sobreano (PS) de animais nascidos no período de 1989 a 2000, e um arquivo de genealogia com informações de 21.788 animais. As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas sob abordagem bayesiana, por meio de métodos Monte Carlo via cadeias de Markov com 210.000 ciclos, período de descarte amostral (*burn-in*) das 10.000 primeiras iterações, onde foi gerada uma amostra com 20.000 vetores para a análise. A metodologia usada estimou simultaneamente o gradiente ambiental (X) e a norma de reação (NR), como proposto por Suet al. (2006). O ambiente estudado foi 1.398 grupos de contemporâneos (GC) que reuniram informações de ano e estação de nascimento, sexo, grupo genético da mãe, criador, proprietário e regime alimentar a desmama e proprietário e regime alimentar ao sobreano. Para garantir conexões genéticas entre os GCs foi realizado teste de conectabilidade entre estes, pelo software AMC (Roso & Schenkel, 2006), excluindo os GCs não conectados entre si, com no mínimo dez laços genéticos. Foi usado um modelo hierárquico de normas de reação (MHNR) para o estudo da interação genótipo-ambiente com resíduos normais e homogêneos, descrito como:  $y_i = \mu + Eh + Za_i + Hb_i + e$ ; onde:  $y_i$  = PS do animal  $i$ ;  $\mu$  = média geral dos PS determinada por uma função linear do efeito fixo de covariável para idade do animal ao sobreano com coeficiente linear;  $h$  = efeito aleatório dos valores ambientais (GC);  $a_i$  =  $\epsilon$  é o intercepto aleatório relativo ao animal  $i$  ou nível;  $b_i$  = coeficiente de regressão linear aleatório correspondente à inclinação da norma de reação do animal  $i$  ao ambiente;  $e$  = erro aleatório associado às observações, e  $E$ ,  $Z$ ,  $H$  são as matrizes de incidência O efeito de GC foi do tipo covariável desconhecida e, quando a covariável associada com a norma de reação é tratada desta forma, as soluções para este efeito (GC) são usadas como covariável para obter a norma de reação. Separadamente, as soluções do efeito de GC também foram estimadas, por um modelo animal (MA), para serem comparadas (Spearman) ao MHNR, onde:  $y_i = \mu + X\beta + Za + e$ ; em que;  $\beta$  = vetor dos efeitos de GC;  $a$  = vetor de efeitos genéticos aditivos, e  $X$  e  $Z$  matrizes de incidência. Os valores genéticos (VG) dos animais (ou norma de reação) foram obtidos pela soma do intercepto ( $a$ ) com o produto do coeficiente de inclinação ( $b$ ) e  $X$ , ou seja,  $VG_i|X=ai+bi.X$ , possibilitando obter para cada ambiente um valor genético específico de cada animal.

## Resultados e Discussão

A média e o desvio-padrão (DP) dos dados de idade do animal ao sobreano (IDS) e peso ao sobreano (PS) foram iguais a  $420,0 \pm 24,0$  dias e  $267,0 \pm 5,0$  kg, em intervalos de [375 a 465] dias de idade e [100 a 480] kg, respectivamente.

O gradiente ambiental estimado para PS no MA a partir dos desvios de GC com 1.398 níveis teve amplitude igual a [-30 a 268] kg, com mediana e média e DP iguais a 75,5 kg e  $82,0 \pm 48,4$ , kg. As estimativas média *a posteriori* dos componentes de variância aditiva genética e residual obtidas pelo MA foram de  $236,2 \pm 33,0$  kg<sup>2</sup> e  $966,0 \pm 28,3$  kg<sup>2</sup>, e a herdabilidade teve magnitude igual 0,19, respectivamente.

No modelo MHNR o gradiente ambiental (X) foi estimado junto às NRs sem utilizar as soluções obtidas para os grupos de contemporâneos no MA. A amplitude de X foi de [-98 a 150] kg, com mediana e média e DP iguais a -3,1 kg e  $0,8 \pm 41,0$  kg. As estimativas da média *a posteriori* das variâncias genéticas aditivas (intercepto e/ou nível; e da inclinação da NR), covariância (entre intercepto e inclinação da NR) e variância residual foram  $(315,6 \pm 34,4)$ ,  $(0,03 \pm 0,0)$ ,  $(2,8 \pm 0,3)$  e  $(907,3 \pm 25,6)$  kg<sup>2</sup>, respectivamente. Os coeficientes de herdabilidade foram crescentes no gradiente ambiental, considerando os desvios ambientais para PS sendo de -41 kg (-1DP), 0 e +41 kg (+1DP), e foram iguais a  $0,12 \pm 0,01$  (ambiente de baixo nível),  $0,26 \pm 0,02$  (ambiente de nível médio) e  $0,41 \pm 0,03$  (ambiente de alto nível). O MHNR evidenciou uma maior proporção das variâncias genéticas aditivas em relação às variâncias fenotípicas, no gradiente ambiental, comparado ao MA que possui variâncias genética e residual, constantes. A correlação entre o intercepto ( $a$ ) e a inclinação da NR ( $b$ ) foi alta igual a  $0,90 \pm 0,03$ , indicando a presença de interação genótipo-ambiente caracterizando o efeito de escala (Falconer et al., 1996), ou seja, animais com maior valor genético (VG) para PS responderam mais aos altos níveis ambientais, no entanto, em ambientes ruins esses animais também foram mais afetados. A correlação de Spearman ( $r_g$ ) entre os VGs para PS nos diferentes níveis ambientais (alto, médio e baixo) do MHNR; entre o MA e os níveis ambientais do MHNR; e entre soluções dos GCs entre MA e MHNR, demonstraram que: não houve alteração na posição dos VGs dos animais para esta característica nos diferentes extratos do gradiente ambiental ( $r_g = 0,99$ ); as  $r_g$  entre os VGs estimados no MA e no MHNR encontraram-se em um intervalo de  $(0,91 < r_g < 0,92)$  nos ambientes distintos, já, a  $r_g$  entre as soluções dos GCs dos dois modelos, o valor encontrado foi de 0,87, indicando diferenças nos dois métodos ao estimar o gradiente ambiental.

### Conclusões

Foi verificada a presença de interação genótipo-ambiente (IGA) para peso ao sobreamo de bovinos Canchim do Brasil, caracterizada devido ao efeito de escala, no entanto, não houve alteração no ranqueamento dos valores genéticos dos animais ao longo do gradiente ambiental. A partir dos resultados, torna-se necessário a consideração da IGA no programa de avaliação genética desta raça, a fim de obter progressos genéticos via seleção, de forma mais precisa.

### Literatura Citada

Falconer, D.S. The problem of environment and selection. *American Nature*, v.86, p.293-298, 1952.

Falconer, D. S.; Mackay, T. F. C.. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Longman Group Ltd. 1996. 464 p.

Kirkpatrick, M. & Heckman, N. 1989. A quantitative genetic model for growth, shape, reaction norms, and other infinite-dimensional characters. **Journal of mathematical biology**. 27, 429-450.

Kolmodin, R. (2003) **Reaction norms for the study of genotype by environment interaction in animal breeding**. Doctoral diss. Dept. of Animal Breeding and Genetics, SLU. Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Agraria vol. 437.

Roso, V.M., Schenkel, F. S. 2006. AMC – A computer program to assess the degree of connectedness among contemporary groups. **Proceedings** of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brazil. CD-ROM, communication n° 27-26.

Su, G.; Madsen, P.; Lund, M.S. et al. Bayesian analysis of the linear reaction norm model with unknown covariates. **Journal Animal Science**, v.84, p.1651- 1657, 2006.