



### **Interação genótipo × ambiente para características de desempenho ao sobreano para a raça Guzera**

Diogo Osmar Silva<sup>1\*</sup>, Denise Rocha Ayres<sup>1</sup>, Annaiza Braga Bignardi<sup>1</sup>, Mário Luiz Santana Júnior<sup>1</sup>,  
Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto<sup>2</sup>, Frank Angelo Tomita Bruneli<sup>2</sup>, Henrique Torres Ventura<sup>3</sup>,  
Rodrigo Junqueira Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, UFR, Rondonópolis, MT, Brasil.

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

<sup>3</sup>Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, Uberaba, MG, Brasil.

\*Autor correspondente: diogoosmarsilva@gmail.com

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi avaliar a possível interação genótipo × ambiente para características de desempenho ao sobreano em animais da raça Guzera. As características estudadas foram peso aos 550 dias de idade e ganho em peso diário do desmame ao sobreano. Os dados genotípicos constituíram 1.768 animais com 40.103 marcadores. Para representar o descritor ambiental em que o animal se desenvolveu, as soluções para o efeito de grupo contemporâneo de cada característica foram utilizadas. As estimativas de herdabilidade mostraram tendência crescente ao longo do gradiente ambiental. De forma geral, os valores de herdabilidade foram menores para os ambientes mais restritivos. Possivelmente isso é explicado pela limitação de desempenho do indivíduo por conta do ambiente e com isso uma diminuição na capacidade do modelo em identificar variação genética. As correlações genéticas foram altas para ambientes médios e favoráveis, indicando que a seleção utilizando informações provenientes de avaliações de ambientes médios provoca ganhos genéticos equivalentes para ambientes mais favoráveis e que para ambientes menos favoráveis o ganho genético pode ser menor. Assim, a interação genótipo × ambiente é um fator que afeta o desempenho ao sobreano dos indivíduos da raça Guzera para as características avaliadas e deve ser considerada nas avaliações genéticas da raça.

**Palavras-chave:** adaptação, raças zebuínas, sensibilidade ambiental

### **Genotype by environment interaction for yearling performance traits for the Guzerat breed**

**Abstract:** This study aimed to evaluate the possible genotype × environment interaction for yearling performance traits in Guzerat animals. The traits evaluated were weight at 550 days of age and daily weight gain from weaning to yearling. The genotypic data constituted 1,768 animals with 40,103 markers. To represent the environmental descriptor in which the animal was reared, solutions for the contemporary group effect of each trait were used. The heritability estimates showed an increasing trend along the environmental gradients. In general, the heritability values were lower for the more restrictive environments. This is possibly explained by the limitation of the individual's performance due to the environment and, therefore, a decrease in the model's ability to identify genetic variation. The genetic correlations were high, for medium and favorable environments, indicating that selection using the information of evaluations from medium environments causes equivalent genetic gains for more favorable environments and, for less favorable environments, the genetic gain could be smaller. Thus, with the results presented, the genotype × environment interaction is a factor that affects the yearling performance of Guzerat individuals for the evaluated traits and must be included in genetic evaluation in this breed.

**Keywords:** adaptation, environment sensitivity, zebu breeds

### **Introdução**

Mesmo sendo raças mais adaptadas, o desempenho dos zebuínos pode sofrer reclassificação ou mudanças dado o ambiente de criação. Este comportamento é definido como interação genótipo × ambiente (Falconer e Mackway, 1996). Normalmente, este fator não é levado em consideração na avaliação genética pela complexidade dos modelos utilizados e dificuldade de interpretação dos resultados pelo produtor. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a possível interação genótipo × ambiente para características de desempenho ao sobreano em animais da raça Guzera.

### **Material e Métodos**

As informações utilizadas neste estudo foram providas pela Embrapa Gado de Leite e pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). O banco de dados possuía 178.796 animais provenientes de 1.770 rebanhos. As características estudadas foram peso aos 550 dias de idade (PS) e ganho

em peso diário do desmame ao sobreano (GPDS). O grupo contemporâneo ao desmame foi definido pela inclusão das informações de fazenda, criador, regime de alimentação, ano e estação ao nascimento e à desmama. A estação de nascimento foi definida em quatro classes sendo de: março a maio, junho a agosto, setembro a novembro e dezembro a fevereiro, divididos em função das frequências de chuvas e temperaturas. O regime de alimentação foi definido em duas classes, sendo a primeira a criação do animal somente a pasto com suplementação mineral e a segunda a criação a pasto com suplementação mineral-proteica ou pequenas porções de concentrado. O grupo contemporâneo ao sobreano foi definido concatenando as informações de fazenda, criador, regime de alimentação, ano e estação ao sobreano ao grupo contemporâneo à desmama. O controle de qualidade dos dados foi realizado de forma que os grupos contemporâneos apresentassem pelo menos 3 observações.

As informações genótípicas foram provenientes de 1.827 animais e foi realizado o controle de qualidade cujos critérios de manutenção foram: MAF (Minor Allele Frequency) maior ou igual a 5%, *Call Rate* para amostra e SNPs de 90% ou mais para ambos os critérios. SNPs com elevado desvio do equilíbrio de Hardy-Weinberg ( $p < 10^{-5}$ ) foram eliminados. Ao final, os dados genóticos constituíram 1.768 animais com 40.103 marcadores.

Primeiramente, o modelo animal foi realizado para a estimação dos efeitos (soluções) de grupo contemporâneo, os quais, posteriormente, foram utilizados como descritor ambiental. As covariáveis de idade à mensuração – efeito linear para a característica PS e intervalo entre as idades à mensuração – efeito linear para GPDS foram incluídas no modelo. Para representar o efeito do ambiente (descritor ambiental) em que o animal se desenvolveu, as soluções para o efeito de grupo contemporâneo de cada característica foram utilizadas. As soluções foram padronizadas e agrupadas em classes. As classes foram definidas como: -3,5 a -2,5; -2,5 a -1,5; -1,5 a -0,5; -0,5 a 0,5; 0,5 a 1,5; 1,5 a 2,5; 2,5 a 3,5; sendo adotados os valores intermediários (-3, -2, -1, 0, 1, 2 e 3, respectivamente). De acordo com as frequências de animais em cada ambiente, optou-se por mostrar somente os resultados dos gradientes ambientais entre -2 e 2, pois os extremos (-3 e 3) apresentaram uma menor frequência de observações. O modelo de IGA utilizado foi usando o polinômio ortogonal de Legendre em um modelo linear (dois coeficientes) para o efeito genético aditivo. Foi considerada uma estrutura de variâncias residuais homogênea para toda a escala do gradiente ambiental.

Os animais foram classificados quanto à sua sensibilidade ambiental de acordo com o valor genético aditivo para o coeficiente linear ( $\hat{b}$ ), sendo:  $|\hat{b}| > \sigma_i$  = animais com genótipos robustos;  $\sigma_i \leq |\hat{b}| < 2\sigma_i$  = animais com genótipos plásticos; e  $|\hat{b}| \geq 2\sigma_i$  = animais com genótipos extremamente plásticos, sendo  $\sigma_i$  o desvio-padrão das soluções para o coeficiente linear genético-aditivo.

### Resultados e Discussão

As estimativas de herdabilidade mostraram tendência crescente, em diferentes magnitudes, ao longo do gradiente ambiental, sendo de maiores valores para os ambientes mais favoráveis (Tabela 1). De forma geral, para todas as características, os valores de herdabilidade foram menores para os ambientes mais restritivos. Possivelmente isso seria explicado pela limitação de desempenho do indivíduo por conta do ambiente e com isso uma diminuição na capacidade do modelo em identificar variação genética. Para ambientes mais favoráveis, os animais têm maior possibilidade de expressar o máximo de seu potencial e com isso existir uma maior variação entre indivíduos. Este mesmo comportamento para as herdabilidades (menores valores para ambientes restritivos e comportamento crescente ao longo dos ambientes) foi reportado por Carvalho et al., (2020) e Carvalho Filho et al., (2022) para a raça Nelore, utilizando modelos de norma de reação utilizando uma variância residual homogênea para os diferentes ambientes.

**Tabela 1.** Médias (e desvio-padrão) das estimativas de herdabilidades no gradiente ambiental para as características peso ao sobreano (PS) e ganho de peso da desmama ao sobreano (GPDS) usando um modelo de norma de reação com a raça Guzerá.

Característica	-2	-1	0	1	2
PS	0,16 (0,03)	0,24 (0,03)	0,37 (0,02)	0,50 (0,02)	0,61 (0,02)
GPDS	0,05 (0,02)	0,11 (0,02)	0,25 (0,02)	0,41 (0,02)	0,54 (0,02)

As diferenças nas herdabilidades mostram a importância de o produtor identificar o melhor animal para seu ambiente de criação. Este fator pode levar ao produtor obter maiores ganhos genéticos na sua seleção (Mulder e Bijama, 2005; Mulder, 2016). Mulder e Bijama (2005) recomendaram a mensuração de fenótipos de progênie em diferentes ambientais para minimizar a perda de ganho genético pela IGA. Além disso, os modelos de normas de reação podem garantir maiores acurácias de predição dos valores genéticos para ambientes extremos em relação a modelos que ignoram o efeito da IGA (Mulder, 2005). Este mesmo autor ainda ressaltou que o uso da seleção genômica com uma grande quantidade de animais na população de referência tem um potencial para a seleção de animais resilientes.

Para a característica PS, os valores para correlações genéticas entre o desempenho nos diferentes ambientes foram positivos e de magnitude moderada (Tabela 2). Este comportamento indica a existência de IGA e que a escolha dos indivíduos selecionados deve ser baseada na classificação dos animais para o respectivo ambiente de criação da futura progênie. Para GPDS, os valores encontrados foram baixos entre os ambientes mais extremos, acentuando ainda mais a importância da inclusão da IGA na avaliação genética e na posterior escolha dos indivíduos.

**Tabela 2.** Médias (e desvio-padrão) de correlação genética entre o desempenho nos ambientes para as características peso ao sobreano e ganho de peso da desmama ao sobreano, acima e abaixo da diagonal, respectivamente, usando um modelo de norma de reação com a raça Guzará.

	-2	-1	0	1	2
-2	-	0,89 (0,035)	0,76 (0,083)	0,66 (0,113)	0,59 (0,130)
-1	0,67 (0,146)	-	0,96 (0,013)	0,92 (0,030)	0,88 (0,044)
0	0,44 (0,226)	0,95 (0,024)	-	0,99 (0,004)	0,97 (0,009)
1	0,33 (0,257)	0,91 (0,047)	0,99 (0,004)	-	0,99 (0,001)
2	0,28 (0,272)	0,89 (0,061)	0,98 (0,009)	0,99 (0,001)	-

De forma geral, as correlações genéticas foram altas entre os desempenhos em ambientes médios (Ambiente = 0) e favoráveis (Ambiente > 0), indicando que a seleção utilizando informações provenientes de avaliações de ambientes médios provoca ganhos genéticos equivalentes para ambientes mais favoráveis e que para ambientes menos favoráveis o ganho genético depende da característica selecionada.

As frequências das categorias de sensibilidade ambiental foram de 72,7% e 68,3% para a categoria robusto, 21,1% e 23,6% na categoria plástico e 6,2% e 8,1% para a categoria de extremamente plásticos, para as características GPDS e PS, respectivamente. A classificação dos animais quanto a seu desempenho em relação ao seu ambiente de criação teve a mesma tendência para as características, evidenciando a IGA. Para as características avaliadas, a classe de animais robustos foi a que teve a maior frequência. Ainda assim, tal resultado evidencia uma parte relevante dos animais extremamente plásticos, indicando a importância de selecionar animais especificamente para o ambiente de criação da progênie.

### Conclusão

Assim, com os resultados apresentados, a interação genótipo ambiente é um fator que afeta o desempenho ao sobreano dos indivíduos da raça Guzará para as características avaliadas e deve ser considerada nas avaliações genéticas desta população.

### Literatura citada

- Falconer DS, Mackay TFC. **Introduction to quantitative genetics**. Essex. UK: Longman Group, 1996.
- Carvalho Filho I, Silva DA, Teixeira CS, Silva TL, Mota LF, Albuquerque LG, Carneiro R (2022). Heteroscedastic Reaction Norm Models Improve the Assessment of Genotype by Environment Interaction for Growth, Reproductive, and Visual Score Traits in Nellore Cattle. **Animals**, 12(19):2613.
- Carvalho R, Costilla R, Neves HH, Albuquerque LG, Moore S, Hayes BJ. 2019. Unraveling genetic sensitivity of beef cattle to environmental variation under tropical conditions. **Genetics Selection Evolution**, 51(1):1-14.
- Mulder HA (2016). Genomic selection improves response to selection in resilience by exploiting genotype by environment interactions. **Frontiers in Genetics**, 7:178.
- Mulder HA, Bijma P. (2005). Effects of genotype× environment interaction on genetic gain in breeding programs. **Journal of Animal Science**, 83(1):49-61.