

Integrando modelos mistos, variáveis ambientais e regressão PLS no estudo dos efeitos G+GE em ensaios de VCU em arroz de terras altas

Germano Martins Ferreira Costa Neto¹, Adriano Pereira de Castro², Alexandre Bryan Heinemann³, João Batista Duarte⁴

Ensaio multiambientais são úteis para avaliação de genótipos (ou práticas culturais), visando orientar esforços na difusão de tecnologia agropecuária. Quando dois ou mais fatores estão envolvidos nessas avaliações, as respostas diferenciais de cada genótipo frente às variações ambientais podem ser compreendidas como um efeito não-aditivo denominado interação genótipo x ambiente (GE). Esse efeito gera implicações logísticas sobre a avaliação de genótipos em ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), podendo inflacionar estimativas de valor genotípico, limitar ganhos de seleção e dificultar a recomendação de cultivares. Para esta última, tem-se adotado o uso dos efeitos genéticos (G) acrescidos de interação GE (GGE) visando identificar os tipos mais adaptados e capazes de responder favoravelmente às mudanças ambientais, isto é, em que $GGE > G$. Para esse propósito, são utilizados, por exemplo, métodos gráficos como a análise GGE-biplot, e univariados, como o ordenamento da média harmônica dos valores genotípicos (MHVG). Contudo, essas abordagens apenas identificam padrões empíricos, limitando as inferências para o conjunto de ambientes avaliados. Em programas de melhoramento de cultivos como o arroz de terras altas, cuja região alvo compreende ampla gama de condições edafoclimáticas e bióticas, tais abordagens podem não ser capazes de explorar aspectos ecofisiológicos de importância logística para a recomendação de cultivares. Com o objetivo de lidar com essas incertezas, propomos neste trabalho o uso de variáveis ambientais no estudo da matriz GGE em ensaios de VCU em arroz de terras altas. Para isso, foi usado um modelo de regressão por quadrados mínimos parciais (PLS), algoritmo do qual obtêm os coeficientes lineares iterativamente, mediante ajuste de uma matriz de variáveis latentes e multivariadas. Essa propriedade matemática permitiu associar ambientes, genótipos e variáveis ambientais. Foram utilizados dados oriundos de 28 ensaios de VCU do Programa de Melhoramento de Arroz de terras altas da Embrapa, em sete estados da região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2012-2013. Os ensaios foram conduzidos em delineamento em blocos completos, envolvendo 34 materiais-elite entre os anos, com quatro repetições, para o caráter rendimento de grãos. Utilizou-se um modelo linear misto, considerando efeitos ambientais como fixos e genéticos (G) e interação GE como aleatórios, via procedimento REML/BLUP. Oito variáveis ambientais foram utilizadas: temperaturas máxima, mínima e média, radiação solar, precipitação, latitude, longitude e altitude. As variáveis foram obtidas em banco de dados internacional, em escala mensal, para cada local de avaliação. O modelo misto apresentou acurácia de 94% no ajuste das médias genotípicas. As variáveis ambientais explicaram, em média, 55% da variância presente em GGE, enquanto o método GGE-biplot explicou até 68%. Apesar disso, observou-se concordância de 96% e 98% na classificação genotípica entre os métodos PLS e GGE-biplot e PLS e MHVG, respectivamente. A vantagem de PLS residiu na capacidade preditiva, em que foi possível prever até 70% dos valores genotípicos obtidos pelo modelo misto sob condições ambientais não amostradas. Sob as condições avaliadas, o modelo PLS previu até 90% dos valores genotípicos originais. Além disso, foi possível identificar padrões ambientais relacionados à adaptação do germoplasma elite, identificando dois mega-ambientes, na Região Norte (M1: altas temperaturas, baixas latitudes e baixas altitudes) e na Centro-Oeste (M2: médias temperaturas, médias latitudes e altas altitudes) do Brasil. Em M2, foi possível selecionar genótipos com até 40% de superioridade em relação a melhor testemunha (BRS-Esmeralda). Já em M1, os melhores genótipos foram apenas 10% superiores que a melhor testemunha (BRS-Sertaneja). O uso de PLS apresentou elevada confiabilidade em relação aos métodos tradicionais, agregando informações adicionais de importância logística para a tomada de decisão em programas de melhoramento.

¹ Engenheiro-agrônomo, mestrando em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Goiás, estagiário da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, germano.cneto@gmail.com

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, adriano.castro@embrapa.br

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, alexandre.heinemann@embrapa.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, jbduarte@ufg.br