

## 32. ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS, ESTIMADAS POR MODELO MISTO

Antônio Alves Soares<sup>54</sup>, Moisés de Sousa Reis<sup>2</sup>, Vanda Maria de Oliveira Cornelio<sup>2</sup>, Natália Alves Leite<sup>3</sup>, Vanderley Borges Santos<sup>4</sup>; Marcos Deon V. Resende<sup>5</sup>, Plínio César Soares<sup>2</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa*, ensaios de VCU, REML/BLUP

### INTRODUÇÃO

Os ambientes, onde se cultiva arroz de terras altas, são os mais variados possíveis, devido principalmente aos diferentes tipos de solo, clima e, sobretudo, à distribuição irregular de chuvas, que frequentemente causa perdas parciais ou totais de lavouras. Assim, os programas de melhoramento de arroz de terras altas procuram identificar e selecionar linhagens que apresentam o máximo de estabilidade e adaptabilidade, associados a altos potenciais de produtividade de grãos. Até hoje, os melhoristas que rotineiramente realizam estudos de estabilidade e adaptabilidade de cultivares e linhagens avançadas de suas redes de ensaios, utilizam métodos baseados em dados fenotípicos e não genotípicos, como por exemplo: Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992), cujos resultados não são interpretados diretamente como valores genéticos do caráter. Do exposto, hoje, tem-se apregoado o uso da metodologia de modelos mistos (método REML – Restricted Maximum Likelihood/BLUP – Best Linear Unbiased Prediction), de interpretação mais simples, cujos resultados obtidos são os valores genotípicos. Para estudos de estabilidade e adaptabilidade, empregando dados genotípicos que incorporam em uma única estatística a estabilidade, a adaptabilidade e a produtividade de grãos, simultaneamente, Resende (2004, 2007) desenvolveu o método MHPRVG-BLUP. Nesse método, a média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) estima a estabilidade e a produtividade de grãos de forma direta, simultaneamente. Assim, a seleção pelos valores da MHVG implica simultaneamente seleção para produtividade e estabilidade. Já, a adaptabilidade é estimada pela performance relativa dos valores genotípicos (PRVG), através dos ambientes. Valores de PRVG indicam seleção conjunta para produtividade e adaptabilidade. A MHPRVG, por sua vez, estima simultaneamente a adaptabilidade, a estabilidade e a produtividade, onde os genótipos são ordenados com base em seus valores genotípicos. Esse método, além de selecionar os materiais simultaneamente para os três atributos mencionados, tem outras vantagens como: (i) considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto, fornece estabilidade e adaptabilidade genotípica e não fenotípica; (ii) permite lidar com desbalanceamento; (iii) permite lidar com delineamentos não ortogonais; (iv) permite lidar com heterogeneidade de variâncias; (v) permite considerar erros correlacionados dentro de locais; (vi) fornece valores genéticos já descontados (penalizados) da instabilidade; (vii) pode ser aplicado com qualquer número de ambientes; (viii) permite considerar a estabilidade e adaptabilidade na seleção de indivíduos dentro de progênie; (ix) não depende da estimação de outros parâmetros, tais como coeficientes de regressão; (x) elimina os ruídos da interação genótipos x ambientes, pois considera a herdabilidade desses efeitos; (xi) gera resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado, e (xii) permite computar o ganho genético com a seleção pelos três atributos simultaneamente (Resende, 2004; 2007; Carbonnel et al., 2007). O objetivo desse trabalho foi o de realizar estimativas de estabilidade, adaptabilidade e produtividade de grãos simultaneamente, empregando a metodologia de modelos mistos, envolvendo 20 cultivares e linhagens de arroz de terras altas, avaliadas nos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), conduzidos em Minas Gerais em 2008/2009.

### MATERIAL E MÉTODOS

<sup>54</sup> Engº Agrº, D.Sc., Prof. UFLA/DAG, CP: 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG, E-mail: [aasoares@ufla.br](mailto:aasoares@ufla.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da EPAMIG

<sup>3</sup> Bolsista de iniciação científica da UFLA

<sup>4</sup> Engº Agrº, Doutorando em Agronomia/Fitotecnia, UFLA

<sup>5</sup> Pesquisador da Embrapa Florestas/UFViçosa

Utilizaram-se para esse estudo os resultados de produtividade de grãos obtidos dos ensaios de VCU de 2008/09, instalados em Minas Gerais nos municípios de Lavras, Lambari-2 (um em terras altas e outro na várzea), Patos de Minas e Piumhi. Os tratamentos constituíram-se de 20 cultivares e linhagens. Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída de cinco linhas de 5 m, espaçadas de 0,4 m. Como área útil, consideraram-se os 4m centrais das três fileiras internas (4,80m<sup>2</sup>). A adubação de plantio constou de 400 kg/ha da fórmula 08-28-16 + micronutrientes e, em cobertura, foram aplicados 100 kg/ha de N, em duas ocasiões, sendo a primeira aos 25 dias e a segunda aos 45 dias após a semeadura, respectivamente. Os tratos culturais foram os normalmente utilizados para a cultura do arroz de terras altas.

As estimativas de estabilidade e adaptabilidade fornecidas, respectivamente, pela média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) e performance relativa dos valores genotípicos (PRVG), bem como da produtividade, estabilidade e adaptabilidade conjuntamente, baseadas na média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG) preditos, foram obtidas de acordo com metodologia descrita por Resende (2004).

A análise foi realizada pelo aplicativo SELEGEN REML/BLUP (Resende, 2007) versão janeiro 2008, adotando-se o modelo estatístico Modelo 54 – delineamento em blocos completos em vários locais e uma observação por parcela/método MHPRVG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação das MHVG, PRVG e MHPRVG para as 20 cultivares e linhagens, testadas nos cinco locais da rede de VCU, são apresentados na Tabela 1. No caso da MHVG, são, portanto, os próprios valores da produtividade de grãos, penalizados pela instabilidade, uma vez que a MHVG penaliza a instabilidade, quando genótipos são avaliados em diversos locais. Isso facilita a seleção das linhagens produtivas e ao mesmo tempo mais estáveis. De acordo com Paterniani (1986), a instabilidade climática e a heterogeneidade dos solos são maiores nas condições tropicais, exigindo que as cultivares recomendadas aos agricultores devam aliar produtividade de grãos e maior estabilidade. Portanto, o critério MHVG atende exatamente essas duas premissas que a cultivar deve apresentar. Nesse quesito, destacaram-se a linhagem CG3-118-6, a cultivar BRSMG Caravera, lançada em 2007 e as linhagens BRA 042048, MG 1097-16 e CMG 1271. Como de menor estabilidade associada à produtividade foram em ordem decrescente: BRSMG Curinga, CMG 1546, CMG 1370, Canastra e CMG 1350. Cabe ressaltar que todas possuem ciclo médio (130 dias), sendo essa uma característica que contribui para redução da instabilidade no cultivo em condições de terras altas.

A adaptabilidade, que é a capacidade de os genótipos responderem de forma vantajosa à melhoria do ambiente (Mariotti et al., 1976), é fornecida pela PRVG, a qual capitaliza a capacidade de resposta de cada genótipo à melhoria do ambiente. A Tabela 1 traz também a PRVG\*MG, que é a PRVG multiplicada pela média geral (MG) de todos os locais (3988,1 kg ha<sup>-1</sup>). Portanto, é um valor genotípico médio, capitalizado pela interação. Observando a Tabela 1, constata-se que os cinco materiais mais estáveis também foram os de maior adaptabilidade genotípica, respondendo, assim, com grande vantagem à melhoria dos ambientes. No conjunto das 20 cultivares e linhagens, ocorreu 65% de coincidência para estabilidade e adaptabilidade.

Além da MHPRVG, a Tabela 1 apresenta a MHPRVG\*MG, que é o resultado do produto da MHPRVG pela média geral de todos os locais. Assim, a MHPRVG\*MG fornece os valores genotípicos de cada cultivar e linhagem, penalizados pela instabilidade e capitalizados pela adaptabilidade. O método MHPRVG é similar ao método de Linn & Bins (1988), com a ressalva de que é realizado sobre os valores genotípicos e não fenotípicos. Resende (2004) comparou o referido método com o de Linn & Bins (1988) e o de Annicchiarico (1992) utilizando valores genotípicos e observou que os mesmos fornecem resultados análogos. Entretanto, a MHPRVG além de ser estimada por REML/BLUP fornece os resultados na própria escala de avaliação do caráter. Comparando os resultados da Tabela 1, nota-se que os cinco materiais que apresentam as maiores MHPRVG são os mesmos, e na mesma ordem, dos de maior MHVG e PRVG (CG3-118-6, BRSMG Caravera, BRA 042048, MG 1097-16 e CMG 1271), logo, eles agregam estabilidade, adaptabilidade e produtividade de grãos, simultaneamente. A linhagem CG3-118-6 respondeu, em média, 1,1936 vezes a média dos locais da rede de VCU; já, a BRSMG

Caravera respondeu 1,1420 vezes e assim sucessivamente para os demais materiais. No geral, ocorreu 80% de coincidência no ordenamento das cultivares e linhagens pela MHPRVG com a MHVG e 85% com a PRVG. Estudos dessa natureza, além de auxiliar na seleção e descarte de linhagens, com base na estabilidade, adaptabilidade e produtividade de grãos, dá segurança aos melhoristas no lançamento de cultivares para vários ambientes.

Tabela 1. Estabilidade de valores genotípicos ((MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG) e estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para produtividade de grãos, conjuntamente, bem como os produtos de PRVG e MHPRVG pela média geral, obtidos dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) de Minas Gerais. 2008/2009.

<b>Cultivares e linhagens</b>	<b>MHVG<sup>1</sup></b>	<b>PRVG</b>	<b>PRVG*MG<sup>1</sup></b>	<b>MHPRVG</b>	<b>MHPRVG*MG<sup>1</sup></b>
CG3-118-6	4651	1,1966	4772	1,1936	4760
BRSMG Caravera	4460	1,1474	4576	1,1420	4554
BRA 042048	4320	1,1204	4468	1,1058	4410
MG 1097-16	4264	1,1026	4394	1,1014	4393
CMG 1271	4177	1,0901	4347	1,0816	4313
CMG 1545	3978	1,0541	4204	1,0309	4111
BRSGO Serra Dourada	4001	1,0311	4112	1,0282	4100
BRA 032033	3981	1,0373	4137	1,0268	4095
CMG 1268	3948	1,0258	4091	1,0188	4063
MG 1097-8	3847	0,9981	3980	0,9950	3968
BRSMG Conai	3696	0,9643	3846	0,9578	3820
CMG 1154	3671	0,9684	3862	0,9557	3811
CMG 1152	3693	0,9622	3837	0,9525	3799
BRSMG Relâmpago	3648	0,9653	3850	0,9522	3798
MG 1097-3	3650	0,9501	3789	0,9457	3771
BRSMG Curinga	3563	0,9214	3675	0,9158	3652
CMG 1546	3494	0,9282	3702	0,9011	3594
CMG 1370	3379	0,8751	3490	0,8733	3483
Canastra	3180	0,8524	3400	0,8301	3310
CMG 1350	2995	0,8091	3227	0,7844	3128
<b>Média geral (MG)<sup>1</sup></b>			<b>3988,1</b>		

<sup>1</sup> Valores expressos em kg ha<sup>-1</sup>

## CONCLUSÃO

A BRSMG Caravera, lançada em 2007 para o Estado de Minas Gerais, é a cultivar que agrega maior estabilidade, adaptabilidade e produtividade de grãos simultaneamente, sendo, portanto, estável, responsiva a melhoria de ambiente e, ao mesmo tempo, de alto potencial produtivo. Dentre as linhagens, os maiores destaques nesses quesitos são: a CG3-118-6, a BRA 042048, a MG 1097-16 e a CMG 1271.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Fapemig pelo financiamento do projeto de pesquisa “Obtenção, avaliação e seleção de cultivares de arroz para terras altas em Minas Gerais”, e ao CNPq, pela concessão de bolsa de pesquisa ao coordenador desse Projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 46, p. 269-278, 1992.

CARBONEL; S.A.M.; CHIORATO, A.F.; RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S.; BERALDO, AL.A.; PERINA, E.F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de são paulo . **Bragantia**, v. 66, n. 2, p.193-201, 2007.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 68, p. 193-198, 1988.

MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azucar. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, v. 13, n. 1-4, p. 105-27, 1976

PATERNIANI, E. Interação genótipos x ambientes em climas tropicais e subtropicais. Congresso nacional de milho e sorgo, 16, Belo Horizonte, 1986. **Anais ... Sete Lagoas: Embrapa / CNPMS**, 1986. p. 378-382.

RESENDE, M. D. V. **Métodos Estatísticos Ótimos na Análise de Experimentos de Campo**. Embrapa Florestas, 2004. Colombo. 65 p. (Documentos 100).

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN–REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 361 p. 2007