

# Cruzamentos entre cultivares de arroz adaptadas à agricultura familiar

Orlando Peixoto de Moraes, Marley Marico Utumi<sup>2</sup>, Altevir de Matos Lopes<sup>3</sup>, Patrícia Guimarães Santos Melo<sup>4</sup> e Emílio da Maia de Castro<sup>1</sup>

## Introdução

Os grandes avanços em melhoramento genético do arroz de terras altas nas últimas três décadas, que culminaram com o desenvolvimento, no Brasil, de cultivares mais produtivas, precoces, de folhas eretas, bastante responsivas a melhoria do ambiente e de boa qualidade de grãos, contribuíram para a expansão da cultura no país, mas apenas nos sistemas de produção mecanizados e dependentes da utilização insumos químicos, como fertilizantes, fungicidas, herbicidas etc.

A sustentabilidade da cultura no ambiente de pequenos produtores tem demandado, contudo, cultivares com características compatíveis com uma agricultura, cujos atores frequentemente não dispõem de recursos para investimento em quantidade suficiente de fertilizantes e outros agroquímicos. Em geral, cultivares com maior eficiência na utilização dos nutrientes do solo, maior vigor inicial e maior capacidade de competição com plantas daninhas são, nesse caso, preferidas. Em Goiás, por exemplo, 71, % dos estabelecimentos rurais são caracterizados como de agricultura familiar [1] onde a produção de arroz em terras altas aparece entre as suas principais atividades.

Neste contexto surgiu em 2003 uma iniciativa conjunta da Embrapa Arroz e Feijão, da Universidade Federal de Goiás, UFG e da Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário, Agenciarrural, sobre o desenvolvimento de cultivares de arroz direcionadas justamente para a pequena propriedade, privilegiando os procedimentos próprios do denominado melhoramento participativo [2]. O melhoramento participativo é considerado uma das estratégias de uso e conservação da diversidade genética em comunidades agrícolas, estabelecidas pelo Plano de Ação Global para Segurança Alimentar da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, FAO [3].

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de cruzamentos envolvendo 11 genitores selecionados, visando o desenvolvimento de cultivares com características apropriadas à orizicultura familiar em terras altas.

## Material e métodos

Onze genitores potenciais, representados por Lageado, Maravilha, Progresso, Confiança, CNA6975-2, Caiapó, BRS Alvorada, Paranazinho, Xingu, CNA7024 e CNA7645, foram intercruzados, obedecendo ao esquema de dialelo completo, sem os recíprocos. Dos 55 cruzamentos possíveis, não se conseguiram

sementes híbridas de sete deles obtendo-se na prática um dialelo incompleto. Os experimentos de avaliação foram conduzidos com sementes F2, tendo-se incluído sete dos onze genitores. Não participaram dos ensaios os genitores Lageado, Paranazinho, CNA7024, CNA7645, por insuficiência de sementes.

Os experimentos foram instalados, durante o ano agrícola 2003/04, em Santo Antônio de Goiás (GO), Sinop (MT), Paragominas (PA) e Vilhena (RO), com três repetições por local, sendo cada repetição um BAF, blocos aumentados de Federer [4], com quatro blocos por repetição e com cinco tratamentos comuns aos blocos.

A avaliação do desempenho dos genitores nos cruzamentos foi baseada nas médias de produtividade de grãos obtidas pela análise conjunta dos quatro experimentos. A estimação da capacidade geral ( $g_i$ ) e da capacidade específica ( $s_{ij}$ ) de combinação foi realizada considerando o método 2 de Griffing [5] com a particularidade da ausência de alguns cruzamentos (sete) e genitores (quatro), além do fato de que as médias estimadas não eram homocedásticas e nem independentes entre si. Em função disso, recorreu-se ao método generalizado de análise de dialelos desbalanceados, detalhado por Silva *et al.* [6].

## Resultados e discussão

As estimativas de capacidade geral de combinação dos 11 genitores estão relacionadas na Tabela 1, onde se observa a formação, pelo teste de comparação múltipla empregado, de cinco grupos de genitores: Maravilha, CNA7645, Confiança, CNA7024 e CNA6975-2 (grupo 1); Caiapó, Progresso e Xingu (grupo 2); BRS Alvorada (grupo 3); Paranazinho (grupo4); e Lageado (grupo 5). A capacidade geral de combinação diminui do grupo 1 para o quinto. O grupo 2 não difere significativamente ( $p < 0,05$ ) do primeiro e do terceiro, enquanto o quarto e o quinto grupo diferem estatisticamente entre si e dos três primeiros grupos. De acordo com o conceito de capacidade geral de combinação [7], os genitores do primeiro grupo são os que apresentam a maior concentração de genes de efeitos predominantemente aditivos e devem proporcionar, em cruzamentos, populações de maior potencial para ganhos em produtividade de grãos, sob seleção.

Na Tabela 2 podem ser observadas as estimativas de capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ) entre os genitores utilizados, estimadas como desvio do comportamento médio em relação ao que se espera com base na capacidade geral de combinação e que representam

<sup>3</sup>Pesquisador, Dr., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, Belém, PA, CEP 66095-100. E-mail: [altevir@cpatu.embrapa.br](mailto:altevir@cpatu.embrapa.br)

<sup>4</sup>Professora, Dra., Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, GO, CEP 74001-970.

medidas dos efeitos gênicos não aditivos [8]. As maiores estimativas de  $s_{ij}$  foram observadas nos cruzamentos de BRS Alvorada com a Lajeado e com a Paranazinho que proporcionaram combinações genéticas de desempenho mediano “per se”, por serem os genitores de menor capacidade geral de combinação.

Utilizando, conjuntamente, as informações das Tabelas 1 e 2 percebe-se que o cruzamento Confiança/CNA6975-2 é, entre todos, o mais promissor, principalmente para a região Norte, devido seu maior ciclo. É o cruzamento que melhor combina dois genitores com a maior concentração de genes de efeitos predominantemente aditivos (genitores do primeiro grupo, quanto a estimativas de  $g_i$ ) e que apresentaram  $s_{ij}$  positivas e significativas, certamente devidos a contribuição adicional de efeitos gênicos não aditivos. Apresentou ainda bom desempenho quanto à resistência ao acamamento e às doenças. Em seguida, sobressaem os demais cruzamentos entre os genitores do primeiro grupo, exceto Maravilha/CNA7645, que não foi avaliado. Não se descarta a hipótese de nulidade de nenhum de seus efeitos de capacidade específica de combinação, mas representam a combinação de indivíduos com a mais elevada capacidade geral de combinação, ou seja de indivíduos geneticamente divergentes e compatíveis. Corresponde a um total de oito cruzamentos: três de Maravilha com Confiança, CNA6975-2 e CNA7024; dois de Confiança com CNA7024 e CNA7645; dois de CNA6975-2 com CNA7024 e CNA7645; e um de CNA7024 com CNA7645. Informações de Cruz e Regazzi [7] suportam relacionar também como promissores os cruzamentos CNA6975-2/Caiapó e Confiança/Xingu, por envolverem um genitor de alta  $g_i$  do primeiro grupo, CNA6975-2 e Confiança, e outro de estimativa de  $g_i$  menor do segundo grupo, Caiapó e Xingu, mas com capacidade específica de combinação positiva e significativa.

Os cruzamentos revelados promissores pela associação de capacidade geral e específica de combinação (Tabelas 1 e 2) representam apenas a metade dos cruzamentos que seriam selecionados se se considerassem apenas as médias, “per si” de produtividade e de resistência à doenças fornecidas pela análise conjunta dos quatro experimentos conduzidos. Isto reforça o valor do procedimento da análise dialélica na redução do número de cruzamentos que devem ser utilizados como material básico de desenvolvimento de linhagens de alto valor genético, com significativa redução de esforços e de recursos na condução do programa de melhoramento.

## Conclusões

Há predominância dos efeitos gênicos aditivos sobre os efeitos gênicos não aditivos, para produtividade de grãos.

Maravilha, Confiança, CNA6975-2, CNA7024 e CNA7645 constituem um grupo de genitores de alta capacidade geral de combinação.

Progresso, Caiapó e Xingu formam o segundo grupo de maior capacidade geral de combinação, classificando numa posição intermediária ao primeiro grupo e a um terceiro constituído pela BRS Alvorada.

A cultivar tradicional Lajeado é a de menor capacidade geral de combinação, enquanto a Paranazinho se posiciona entre esta e a BRS Alvorada.

Confiança/CNA 6975-2 é o cruzamento mais promissor por envolver genitores de alta capacidade geral de combinação com elevada capacidade específica de combinação.

Os cruzamentos Maravilha/Confiança, Maravilha/CNA6975-2, Maravilha/CNA7024, Confiança/CNA7024, Confiança/CNA7645, CNA6975-2/CNA7024, CNA6975-2/CNA7656, CNA7024/CNA7645, CNA6975-2/Caiapó e Confiança/Xingu também são promissores por envolverem genitores de alta capacidade de combinação sem o efeito prejudicial de ação gênica não aditiva, ou pelo efeito benéfico desse tipo de ação gênica compensando o envolvimento de um genitor com capacidade geral de combinação ligeiramente menor.

A análise dialélica permite a identificação de cruzamentos de alto potencial para fins de extração de linhagens.

## Referências

- [1] AGÊNCIA RURAL. **Contexto do Estado**. Homepage: [http://www.agenciarural.go.gov.br/site/site/site/index.php?pagina=contexto\\_estado](http://www.agenciarural.go.gov.br/site/site/site/index.php?pagina=contexto_estado).
- [4] FEDERER, W.T. 1956. **Augmented (or hoonuiaku) designs**. Hawaii: Plant. Rec. v.55, p.191-208.
- [5] GRIFFING, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Collingwood, v.9, p.463-493.
- [6] SILVA, S.A.G.; MORAIS, O.P.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. 2000. Método generalizado de análise de dialelos desbalanceados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.1999-2005.
- [7] CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. 1994. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 389p.
- [8] CRUZ, C.D.; VENCOVKY, R. 1989. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-438.
- [2] Vernooy, R. **Semillas generosas: Mejoramiento participativo de plantas**. IDRC, Ottawa, Canadá, 2003. 103p.
- [3] MACHADO, A. T. . MANEJO DA AGROBIODIVERSIDADE, DIREITO DOS AGRICULTORES E PROPRIEDADE INTELECTUAL. IN: ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA, 2002, RIO DE JANEIRO. **ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA - TEXTOS PARA DEBATES**. RIO DE JANEIRO : EMATER, 2002. v. 1. P. 19-21.

**Tabela 1.** Capacidade Geral de Combinação dos Genitores de arroz de terras altas avaliados em três locais em 2003/04.

Nº	Cultivar	CGC	
	Denominação	Estimativa	Desvio - padrão
1	Lajeado	-1643,88 d	145,3814
2	Maravilha	507,61 a	107,5289
3	Progresso	194,41 ab	103,1771
4	Confiança	464,87 a	83,3503
5	CNA6975-2	277,40 a	83,8847
6	Caiapó	234,61 ab	103,1922
7	BRS Alvorada	-129,83 b	81,9325
8	Paranazinho	-939,68 c	140,9807
9	Xingu	190,71 ab	133,6514
10	CNA7024	323,37 a	109,9205
11	CNA7645	520,43 a	108,9000

OBS. Estimativas de CGC seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Estimativas de capacidade específica de combinação para produtividade de grãos entre os 11 genitores de arroz de terras altas avaliados em três locais em 2003/04.

Cultivares	Lajeado	Maravilha	Progresso	Confiança	CNA6975-2	Caiapó	BRS Alvorada	Paranazinho	Xingu	CNA7024	CNA7645
Lajeado	?	28,2	-186,2	-559,6	-138,6	-228,6	951,9*	?	?	-21,2	126,0
Maravilha		-171,1	?	112,7	124,0	-170,8	-465,1*	-7,9	548,7	172,5	?
Progresso			317,7	261,2	-165,6	-234,7	56,8	-187,9	-217,6	38,6	?
Confiança				-123,8	425,4*	189,0	-1105,1*	-68,6	599,6*	316,5	76,4
CNA6975-2					-97,7	572,9*	-577,3*	-491,2	438,3	-39,8	47,2
Caiapó						352,5	247,4	-485,0	-77,2	-542,2*	24,1
BRS Alvorada							429,7*	933,9*	-166,2	-32,8	-702,9*
Paranazinho								?	-295,8	140,9	461,7
Xingu									-414,9	?	?
CNA7024										?	-32,5
CNA7645											?

\*Significativas no nível de 5% de significância pelo teste t.