

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE CINCO CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO COM A POPULAÇÃO DE SELEÇÃO RECORRENTE CNA12T

Paulo Henrique Ramos Guimarães¹; Paula Pereira Torga²; Orlando Peixoto de Moraes²; José Manoel Colombari Filho²; Paulo Hideo Nakano Rangel²; Raquel Neves de Mello²; Patrícia Guimarães Santos Melo³

Palavras-chave: variabilidade genética, ganho por seleção, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético de arroz têm se baseado na utilização de reduzido número de genitores com arquitetura moderna e atributos agronomicamente desejáveis. Isto tem conduzido ao estreitamento da base genética e conseqüente redução do ganho genético por ciclo de seleção (Fonseca et al., 2006). Em função disso, o método de melhoramento via seleção recorrente tem sido sugerido como forma de superar essa dificuldade (Destro & Montalván, 1999). Este é um processo cíclico de melhoramento que envolve obtenção, avaliação e recombinação das melhores progênies. Em conseqüência, é esperado aumento na frequência dos alelos favoráveis que se expressam por meio da melhoria do caráter sob seleção (Ramalho et al., 2012).

Neste sentido, a escolha de genitores para formação da população base é um aspecto fundamental no estabelecimento de um programa de seleção recorrente. Os genitores devem possuir atributos favoráveis para os caracteres mais importantes, apresentar alta variabilidade para os caracteres que se deseja selecionar e baixa divergência para as características que se pretende conservar na população (Chaves, 1997). Como a variabilidade genética diminui com os sucessivos ciclos de seleção (Geraldini, 1997), é possível ampliar essa variabilidade sem impactar negativamente o desempenho médio da população, por meio dos procedimentos descritos por Moraes et al. (1997). Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial genético de cinco cultivares de arroz, como doadoras de alelos novos para a população CNA12T.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco cultivares de arroz irrigado, IRGA 424, BRS Biguá, BRS Catiana, Epagri 106 e Fedearroz 50, foram cruzadas com 4 a 6 famílias $S_{0,3}$ da CNA12T. Os 25 cruzamentos obtidos, em F_2 , as cinco cultivares genitoras, as 15 famílias da CNA12T envolvidas nos cruzamentos e quatro tratamentos testemunhas (BRS Tropical, BRS Jaçanã, Epagri 109 e BRA051108) foram avaliadas em ensaio conduzido no ano agrícola 2013/14, no Campo Experimental da Fazenda Palmital, município de Goianira, GO, utilizando o delineamento em látice triplo 7x7. As parcelas experimentais constituíram-se de quatro linhas de 5,0 m, espaçadas de 0,17 m, área útil de 1,36 m². Foram avaliados os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), dias para florescimento (DF, dias) e altura de planta (AP, cm).

Na análise, por conveniência, os tratamentos foram reunidos em 12 grupos: G1: testemunhas; G2: IRGA 424; G3: BRS Biguá; G4: BRS Catiana; G5: Epagri 106; G6: Fedearroz 50; G7: as 15 famílias $S_{0,3}$; G8 a G12: cinco famílias de meios-irmãos (FMI), oriundas da reunião dos cruzamentos com cada cultivar genitora como parental comum. As

¹ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas - EA/UFG, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, CEP 74001-970. e-mail: paulohenriqueg@hotmail.com.

² Pesquisadores Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, km 12 Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO

³ Professora Associada I - Escola de Agronomia - Setor de Melhoramento de Plantas da Universidade Federal de Goiás EA/UFG.

análises foram realizadas conforme o modelo: $Y_{ijkm} = \mu + r_j + b_{k/j} + t_m + g_{i/m} + e_{ijkm}$, em que: Y_{ijkm} : é a observação do genótipo i , no bloco k da repetição j , pertencente ao grupo m ; μ : é a média geral; r_j : é o efeito da repetição j ; $b_{k/j}$: é o efeito do bloco k dentro da repetição $j = 1, \dots, 3$; t_m : é o efeito do grupo m , sendo $m = 1, 2, \dots, 12$; $g_{i/m}$: é o efeito do tratamento i (genitores, famílias e testemunhas) do grupo m ; e e_{ijkm} : é efeito do erro experimental associado à $ijkm$ -ésima observação, assumindo-se $e_{ijkm} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

A capacidade geral de combinação ($c\hat{g}c$) para PG da cultivar i , com a população CNA12T foi estimada adotando o seguinte modelo: $y_i = \mu + g_i + e_i$, em que y_i : corresponde à média ajustada da FMI correspondente a linhagem i como genitora comum; μ : constante associada a todas as observações y_i ; g_i : capacidade geral de combinação da linhagem i com a população; e e_i : erro relativo a observação y_i . As análises de capacidade combinatória foram realizadas com as adaptações necessárias para a situação de não-ortogonalidade e não homocedasticidade das médias ajustadas de tratamentos conforme descrito por Silva et al. (2000). A significância das estimativas de capacidade geral ($c\hat{g}c$) foi testada pelo teste t ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas e operações matriciais necessárias para a estimação dos parâmetros do modelo e de seus erros associados foram realizadas, com o auxílio do aplicativo R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se diferenças significativas entre grupos e tratamentos dentro de grupo para os caracteres PG, AP e DF ($p \leq 0,01$). Isto é indicativo, de que os grupos avaliados apresentaram comportamento diferenciado para estes caracteres. (Tabela 1). Verificou-se que os $CV(\%)$ obtidos para PG, AP e DF foram baixos, denotando boa precisão na condução e obtenção das estimativas das variáveis de interesse (Costa et al., 2012)

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os caracteres produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), altura de plantas (AP, cm) e dias para florescimento (DF, dias).

FV	GL	QM		
		PG	AP	DF
Repetição	2	7.481.838,2**	196,98**	15,90 ^{ns}
Bloco (Rep)	18	1.795.056,29 ^{ns}	48,03**	10,19**
Grupo	11	5.575.481,76**	41,84**	110,97**
Tratamento (Grupo)	37	2.021.761,64*	29,09*	22,85**
Resíduo	78; (76) ¹	1.285.957,30	16,21	4,38
Média	-	7.115,45	99,13	82,92
CV (%)	-	15,94	4,06	2,52

^{ns}, ** e * : não significativo e significativos à 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

¹: grau de liberdade para AP e DF.

Observou-se que a média da população não diferiu estatisticamente da média das testemunhas, indicando que, a CNA 12T possui níveis de PG semelhantes às cultivares utilizadas comercialmente. Observou-se também que quatro das cinco cultivares, utilizadas como novos genitores potenciais da população, têm níveis de produtividade similares, enquanto uma, a Fedearroz 50, produziu menos, a ponto de diferir significativamente da BRS Biguá, a de maior média estimada. Destaca-se o desempenho da cultivar IRGA 424, por aliar bom desempenho produtivo, menor altura de planta e precocidade. Além disso, as FMI oriundas do cruzamento dessa cultivar com a população CNA12T apresentaram maiores médias de PG e redução em AP e DF (Tabela 2).

Verificou-se que a média populacional para os caracteres AP e DF foi similar à do grupo de testemunhas. Apesar de não diferirem significativamente, observou-se que as médias das FMI oriundas do cruzamento das cultivares IRGA 424, Epagri 106, Biguá e a população CNA 12T, além de possuírem alta PG, apresentaram redução em AP e DF (Tabela 2), aproximando-se do ideótipo da planta de arroz moderno, pois, em geral, preferem-se plantas mais compactas com altura variando de 80 a 100 cm (Jennings et al.,

1979), permitindo que estas tolerem níveis mais elevados de adubação nitrogenada sem acamarem. Este fato associado à alta capacidade fotossintética e à emissão de perfilhos possibilita bons índices de produção de grãos (Terres et al., 2004).

Tabela 2. Estimativas da média ajustada para produção de grãos (PG, kg ha⁻¹), altura de plantas (AP, cm) e dias para florescimento (DF, dias).

Grupo	PG	AP	DF
IRGA 424	7226,38 abc	99,10 ab	82,35 bc
BRS Biguá	7346,29 ab	97,21 ab	82,88 bc
BRS Catiana	6142,51 abc	104,90 a	89,76 ab
Epagri 106	6962,18 abc	98,14 ab	90,90 a
Fedearroz 50	4115,55 c	102,04 ab	89,88 a
IRGA 424 x CNA12T	8038,34 a	95,38 b	79,56 cd
BRS Biguá x CNA12T	6934,06 abc	102,01 ab	81,90 bcc
BRS Catiana x CNA12 T	7437,15 ab	100,95 ab	85,84 b
Fedearroz50 x CNA12T	5945,14 abc	99,71 ab	84,24 b
Epagri 106 x CNA12T	7497,69 ab	99,20 ab	79,11 d
População CNA 12T	7231,44 abc	98,10 ab	82,14 bc
Testemunhas	7648,81 ab	98,82 ab	88,45 ab

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A média de PG das FMI ($\hat{\mu}=7.170,5$ kg.ha⁻¹) foi ligeiramente inferior à média da população CNA12T ($\hat{\mu}=7.231,4$ kg.ha⁻¹), indicando que, se todas as cinco cultivares genitoras fossem incorporadas na população, não se observaria efeito direto no aumento de sua produção média de grãos. Observou-se que os cruzamentos das cultivares IRGA 424, Epagri 106 e BRS Catiana com a população CNA 12T foram os que apresentaram maior *cgc*, embora não difiram estatisticamente de zero ($p>0,05$). Verificou-se, por outro lado, que a Fedearroz 50 apresentou baixa capacidade de combinação com a população, com estimativa de *cgc* negativa e altamente significativa ($p<0,01$) (Tabela 3). Isso indica que a introdução desse genitor na população poderia ocasionar redução no seu desempenho médio quanto à produção de grãos. Entretanto, sabe-se que esse genitor é uma fonte importante de resistência à brusone, e que pode ser incorporada à população via retrocruzamentos, utilizando a população como genitor recorrente, com seleção dos indivíduos portadores de resistência a cada ciclo de retrocruzamento. Com esse procedimento, a participação da Fedearroz 50 no *background* genético da população seria desprezível, a não ser com os alelos alvos de resistência à brusone.

Tabela 3. Capacidade geral de combinação das cultivares candidatas a novo genitor da população CNA 12T.

Cultivar candidata	<i>cgc</i> ± desvio padrão
IRGA 424	867,86 ^{ns} ± 610,29
BRS Biguá	-236,42 ^{ns} ± 619,23
BRS Catiana	266,67 ^{ns} ± 619,32
Fedearroz 50	-1.225,34** ± 336,25
Epagri 106	327,21 ^{ns} ± 352,19
	$\hat{\mu} = 7.170,48$ ± 250,31

^{ns} e ** : não significativo e significativos à 1% pelo teste t.

A incorporação das cultivares IRGA 424, BRS Catiana e Epagri 106, contudo, pode ser direta, pois não prejudicaria a capacidade produtiva da população, por não apresentarem com ela *cgc* negativa, porém com potencial de impactarem positivamente em maior resistência à brusone (IRGA 424 e Epagri 106), melhor arquitetura de planta e tolerância ao acamamento (IRGA 424), em permanência verde ou “*staygreen*” (BRS Catiana) etc. Com essa incorporação direta, a CNA12T, que atualmente constitui-se de 18 subpopulações (RANGEL et al., 2005), poderia passar a constituir-se de 21 subpopulações, sendo as três adicionais oriundas das FMI derivadas desses três novos genitores.

CONCLUSÃO

1. A cultivar IRGA 424 confirma sua excelente capacidade de PG, AP e DF, e os cruzamentos desta com a CNA 12T superam a média populacional e das testemunhas.
2. Quanto à produção de grãos, altura de planta e dias para a floração média, a população CNA12T não difere estatisticamente das cultivares utilizadas como testemunhas consideradas em conjunto.
3. As cultivares IRGA 424, Epagri 106 e BRS Catiana podem ser introduzidas na CNA12T, contribuindo para a melhora do desempenho médio da população em relação a características de interesse

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, L. J. Criterios para escoger genitores para um programa de selección recurrente. In: GUIMARÃES, E. P. (ed.). **Selección recurrente em arroz**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. p. 13-23.

COSTA, N. H. A. D. et al. **Novos métodos de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n.3, p.243-249, mar. 2002.

DESTRO, D.; MONTALVÁN, D. Selección de parentais e geração F₁. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, D. (Ed.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: editora UEL, 1999. p. 207-218.

FONSECA, J. R.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N. Recursos genéticos. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 257-288.

GERALDI, I. O. Selección recurrente en el mejoramiento de plants. In: E.P. GUIMARÃES (Ed). **Selección recurrente em arroz**. Cali, Colômbia: CIAT. 1997. p. 3-12.

JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.; KAUFFMAN, H.E. Rice Improvement, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna. Phillipines, 1979. 186p.

MORAIS, O. P.; CASTRO, E. M.; SANT'ANA, E. P. Selección recurrente em arroz de Secano em Brasil. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Selección recurrente em arroz**. Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. p. 99-118.

R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. Disponível em <<http://www.Rproject.org>>.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R.; **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autóгамas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522p.

RANGEL, P. H. N.; CORDEIRO, A. C. C.; LOPES, S. I. G.; MORAIS, O. P.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; YOKOYAMA, S.; BACHA, R.; ISHIY, T. Advances in population improvement of irrigated rice in Brazil. In: GUIMARÃES, E. P. **Population improvement: a way of exploiting the rice genetic resources of Latin America**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. p. 145-186.

SILVA, S. A. G. et al. Método generalizado de análise de dialelos desbalanceados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 10, p.1999-2005, out. 2000.

TERRES, A. L. S.; FAGUNDES, P. R. R.; MACHADO, M. O.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; NUNES, C. D. M. Melhoramento genético e cultivares de arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 161-235.