

# DESEMPENHO DA POPULAÇÃO PIRGA1 DE ARROZ IRRIGADO NO QUARTO CICLO DE SELEÇÃO RECORRENTE

Oneydes Antonio Avozani<sup>1</sup>; José Manoel Colombari Filho<sup>2</sup>; Paulo Ricardo Reis Fagundes<sup>3</sup>; Ariano Martins de Magalhães Júnior<sup>4</sup>; Gabriela de Magalhães da Fonseca<sup>4</sup>; Cleiton J. Ramão<sup>4</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; melhoramento populacional; potencial produtivo.

## INTRODUÇÃO

A produtividade média do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul vem apresentando aumentos significativos nas últimas safras decorrente da adoção de novas técnicas de manejo que buscam capitalizar o máximo do potencial produtivo das cultivares recomendadas. Contudo, avanços futuros somente serão factíveis se alicerçados em progressos genéticos contínuos dos programas de melhoramento, piramidizados em novas cultivares.

Ao longo de décadas, têm-se predominantemente adotado o método genealógico no desenvolvimento de linhagens elite de arroz, apesar das técnicas de seleção terem se tornado cada vez mais eficazes e sofisticadas. MORAIS et al. (2013) apontaram a existência de um platô de produtividade de difícil superação no arroz irrigado brasileiro, em que uma das possíveis causas, poderia ser derivada do uso de estreita base genética pelos programas de melhoramento. Segundo Geraldi (1997), o uso do método de seleção recorrente seria uma alternativa para esse fato, pois permite obter maior variabilidade genética e tamanho efetivo das populações segregantes pelo uso de múltiplos genitores em cruzamentos, bem como, maior facilidade de incorporação de germoplasma exótico comparado ao uso, em geral, de cruzamentos simples, triplos ou duplos. Além disto, esse método permite maior eficiência no aumento da frequência de alelos favoráveis pela recombinação contínua dos genótipos superiores não endogâmicos, que também promove a ruptura de blocos gênicos, incrementando tanto a frequência de algumas combinações gênicas quanto a variabilidade genética. Diferentemente disto, estão as autofecundações sucessivas a partir da geração  $F_2$ , que permitem uma recombinação limitada e, por isto, algumas combinações favoráveis se mantêm em frequências baixas, impossibilitando a sua seleção, dependendo do tamanho da amostra e do número de genes envolvidos na herança genética do caráter.

Nesse sentido, em 2008, IRGA e Embrapa firmaram um convênio de trabalho cooperativo para condução do método de seleção recorrente em populações das duas instituições. Este trabalho teve como objetivo selecionar as melhores progênies  $S_{0.2}$  do quarto ciclo de seleção recorrente da população Pirga1 para sua recombinação e avanços.

## MATERIAL E MÉTODOS

A população Pirga1 foi sintetizada pelo IRGA em 2001/02, com uso da população PQUI 1/0/0 do INIA-Chile, fonte doadora do gene de macho-esterilidade genética, visando progressos genéticos para potencial produtivo (Pr). Neste estudo, a população encontra-se no quarto ciclo de seleção (4) e, por isto, segue denominada como Pirga1/Pr/4.

Ensaio de rendimento de progênies  $S_{0.2}$  da Pirga1/Pr/4, foram conduzidos na Estação Regional de Pesquisa da Embrapa/Fundação Maronna, em Alegrete/RS, nas safras 2014/15 e 2015/16, e na Estação Regional de Pesquisa do IRGA, em Uruguaiana/RS, na safra 2015/16. Esses ensaios foram compostos por três testemunhas (IRGA 417, de ciclo

<sup>1</sup>Mestre, Instituto Rio Grandense do Arroz, 94930-030, Caixa Postal 29, Cachoeirinha, RS, oneides-avozani@irga.rs.gov.br

<sup>2</sup>Doutor, Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, CP 179, Santo Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup>Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96010-971, CP 403, Pelotas, RS

<sup>4</sup>Doutor, Instituto Rio Grandense do Arroz, 94930-030, Caixa Postal 29, Cachoeirinha, RS

precoce; e BR-IRGA 410 e IRGA 424, de ciclo médio), e 101 progênies  $S_{0.2}$ . O delineamento experimental adotado foi alfa-látice simples 13 x 8. Em Uruguiana, as parcelas foram constituídas por 6 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,17 m. E, em Alegrete, as parcelas foram constituídas por 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,20 m. A adubação e as práticas de manejo adotadas seguiram as Recomendações Técnicas do Cultivo de Arroz Irrigado (SOSBAL, 2016), porém, o controle preventivo de doenças fúngicas não foi realizado, para permitir a caracterização dos genótipos quanto a reação de resistência às doenças.

Os dados dos caracteres produtividade de grãos (PG;  $\text{kg ha}^{-1}$ ), altura de plantas (AP; cm) e dias para o florescimento (DF; dias) foram submetidos à análise estatística via *procglm* do aplicativo estatístico SAS® 9.3, conforme o seguinte modelo aleatório (COCHRAN & COX, 1966):  $y_{ijkl} = \mu + g_i + r_{j(l)} + b_{k(jl)} + a_l + ga_{il} + \varepsilon_{ijkl}$ , em que  $y_{ijkl}$  é a observação do genótipo  $i$ , na repetição  $j$ , no bloco  $k$  e no ambiente  $l$ ;  $\mu$  é a média geral;  $g_i$  é o efeito aleatório do genótipo  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, I$  e  $I = P + T$ , em que  $P$  é o número de progênies e  $T$  o número de testemunhas), assumindo  $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_g^2)$ ;  $r_{j(l)}$  é o efeito aleatório de repetição  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ), dentro do ambiente  $l$ ;  $b_{k(jl)}$  é o efeito aleatório de bloco  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ), dentro da repetição  $j$  e do ambiente  $l$ ;  $a_l$  é o efeito aleatório do ambiente  $l$  ( $l = 1, 2$  e  $3$ , assumindo os efeitos de locais e anos como efeito de ambientes);  $ga_{il}$  é o efeito aleatório da interação genótipo x ambiente, assumindo  $ga_{il} \sim \text{NID}(0, \sigma_{ga}^2)$ ; e  $\varepsilon_{ijkl}$  é o erro experimental associado à observação  $Y_{ijkl}$ , assumindo independente e identicamente distribuído, sob  $\text{NID}(0, \sigma^2)$ .

Com base nas médias ajustadas de PG de cada ambiente, foi estimada a média harmônica da performance relativa (MHPR) para classificação dos tratamentos simultaneamente para produtividade, estabilidade e adaptabilidade (Resende, 2007).

As expressões referentes às esperanças matemáticas dos quadrados médios foram consideradas análogas aquelas do delineamento em blocos completos. Desse modo, a esperança do quadrado médio do erro foi igual à estimativa da variância do erro ( $\hat{\sigma}^2$ ); e a esperança do quadrado médio de progênies foi igual a  $\hat{\sigma}^2 + J\hat{\sigma}_{pa}^2 + JL\hat{\sigma}_g^2$ , em que  $\hat{\sigma}_g^2$  é a estimativa da variância genética entre progênies  $S_{0.2}$  e  $\hat{\sigma}_{pa}^2$  é a estimativa da interação progênie x ambiente (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Por fim, para PG, foi obtida estimativa do coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, em nível de médias de progênies  $S_{0.2}$  ( $\hat{h}_p^2$ ) e a resposta esperada com a seleção ( $R_s$ ) pela expressão  $R_s = ds\hat{h}_p^2$ , em que  $ds$  é o diferencial de seleção entre a média das progênies selecionadas e a média da população (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação experimental obtidos para PG, AP e DF foram iguais a 14,56%; 4,64%; e 3,43%, respectivamente (Tabela 1). Esses valores refletem uma satisfatória precisão experimental considerando-se a cultura, o caráter avaliado, o tamanho da parcela e o delineamento experimental adotado. Para esses três caracteres, o efeito de progênies foi altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ), que comprova a presença de variabilidade genética entre médias de progênies. O mesmo não ocorreu para o efeito de testemunhas, que apresentou diferença significativa somente para DF, que era esperado em função da diferença de ciclo já conhecida entre as cultivares (precoce e médio). O efeito da interação progênie x ambiente foi altamente significativo para PG e DF, o que ressalta a existência de progênies com adaptabilidades diferentes a cada ambiente (locais e anos), tornando, assim, importante a identificação daquelas mais estáveis entre os ambientes por meio do uso da MHPR.

A média geral da população Plrga1/Pr/4 para PG foi  $8.125 \text{ kg ha}^{-1}$ , com progênies entre  $5.352 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $10.345 \text{ kg ha}^{-1}$ . Cabe ressaltar que existe a presença de variância genética (aditiva e dominância) dentro de progênies  $S_{0.2}$ , que implica na presença de genótipos com

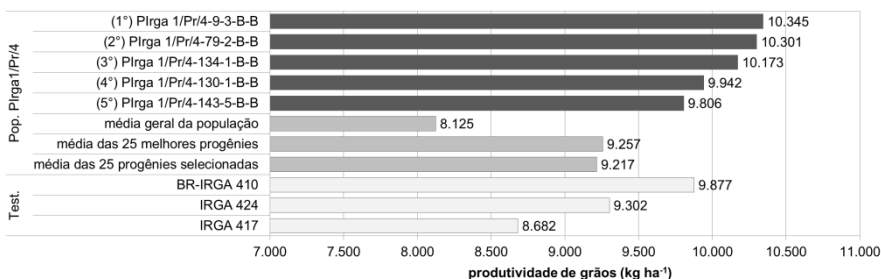
diferentes potenciais produtivos, além da presença do gene de macho-esterilidade que contribui para a redução da expressão do caráter PG. Porém, 28 progênies apresentaram médias superiores à testemunha menos produtiva do ensaio (IRGA 417) e não distintas da melhor testemunha (BR-IRGA 410) ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 1.** Graus de liberdade, quadrado médio, coeficiente de variação experimental ( $CV\%$ ), média geral ( $\bar{M}$ ), média das testemunhas ( $\bar{T}$ ) e média das progênies  $S_{0.2}$  ( $\bar{P}$ ) das análises de variância para produtividade de grãos (PG, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ), altura de plantas (AP, em cm) e dias para o florescimento (DF, em dias).

| FV               | GL  | QM                       |                         |                        |
|------------------|-----|--------------------------|-------------------------|------------------------|
|                  |     | PG                       | AP                      | DF                     |
| Ambientes (A)    | 2   | 49.682.266 <sup>ns</sup> | 12.527,26 <sup>**</sup> | 1.213,48 <sup>**</sup> |
| Repetições (R)/A | 3   | 16.767.472 <sup>**</sup> | 62,67 <sup>ns</sup>     | 50,81 <sup>**</sup>    |
| Blocos/R/A       | 42  | 2.045.186 <sup>**</sup>  | 29,59 <sup>ns</sup>     | 7,62 <sup>ns</sup>     |
| Genótipos (G)    | 103 | 4.656.605 <sup>**</sup>  | 86,81 <sup>**</sup>     | 85,02 <sup>**</sup>    |
| Progênies (P)    | 100 | 4.499.948 <sup>**</sup>  | 88,72 <sup>**</sup>     | 82,87 <sup>**</sup>    |
| Testemunhas (T)  | 2   | 1.853.525 <sup>ns</sup>  | 39,22 <sup>ns</sup>     | 131,47 <sup>**</sup>   |
| Tipos (P vs. T)  | 1   | 21.204.538 <sup>**</sup> | 0,60 <sup>ns</sup>      | 175,19 <sup>**</sup>   |
| Interação G x A  | 206 | 2.443.863 <sup>**</sup>  | 23,18 <sup>ns</sup>     | 11,25 <sup>**</sup>    |
| P x A            | 200 | 2.411.891 <sup>**</sup>  | 23,38 <sup>ns</sup>     | 11,07 <sup>**</sup>    |
| T x A            | 4   | 3.230.611 <sup>ns</sup>  | 24,55 <sup>ns</sup>     | 5,63 <sup>ns</sup>     |
| Tipo x A         | 2   | 2.443.863 <sup>**</sup>  | 23,18 <sup>ns</sup>     | 11,25 <sup>**</sup>    |
| Erro intrablocos | 263 | 17.884.618               | 22,38                   | 7,34                   |
| $CV\%$           |     | 14,56                    | 4,64                    | 3,43                   |
| $\bar{M}$        |     | 8.133                    | 102,04                  | 78,93                  |
| $\bar{T}$        |     | 9.228a                   | 102,04a                 | 82,06a                 |
| $\bar{P}$        |     | 8.125b                   | 102,00a                 | 78,84b                 |

<sup>ns</sup>, e <sup>\*</sup> : teste F não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente; e

Médias seguidas de letras distintas são diferentes ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

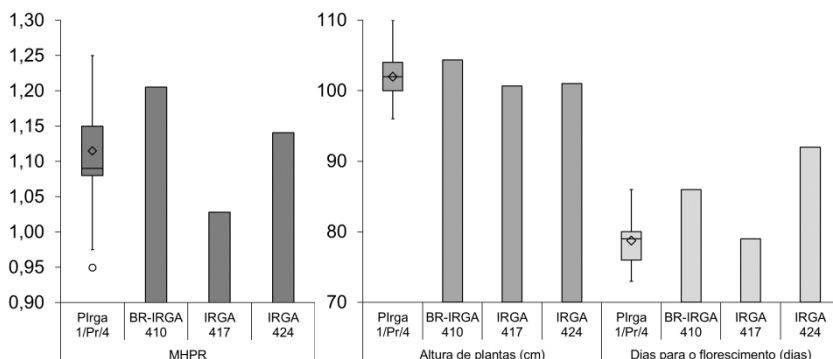


**Figura 1.** Para produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): média das cinco melhores progênies  $S_{0.2}$  da Plrga1/Pr/4; média geral da população; média das 25 melhores progênies; média das 25 progênies selecionadas; média das testemunhas.

Com base em todos os caracteres avaliados foi praticada uma intensidade de seleção de 25%, obtendo uma média das progênies selecionadas de  $9.217 \text{ kg ha}^{-1}$  para PG, sendo que a média das 25 melhores foi  $9.257 \text{ kg ha}^{-1}$ , o que revela não haver ocorrido grandes perdas de  $d_s$  pelo descarte de progênies com características indesejáveis, principalmente para qualidade de grãos (dados não apresentados). Tais resultados foram muito satisfatórios, pois permitiram uma  $R_s$  de  $518,29 \text{ kg ha}^{-1}$ , ou seja,  $6,4\% \text{ ciclo}^{-1}$ , que equivale a  $1,6\% \text{ ano}^{-1}$ , considerando que a  $\hat{h}_p^2$  foi igual a  $46,4\%$  (Tabela 1 e Figura 1).

A população Plrga1/Pr/4 apresentou desejável porte de plantas, com AP média de 102 cm, com progênies selecionadas entre 96 e 110 cm (Figura 2). Além disto, a população caracterizou-se como sendo de ciclo precoce, uma vez que as progênies selecionadas tiveram DF entre 73 a 86 dias. Isto, demonstra a relevância dessa população quando se

busca precocidade associado a elevado potencial produtivo, uma vez que as MHPR das progênies selecionadas foram comparáveis as testemunhas de ciclo médio (BR-IRGA 410 e IRGA 424), de maior potencial produtivo, havendo somente uma progênie selecionada com MHPR abaixo de 1e menor que IRGA 417, com MHPR de 1,03(Figura 2).



**Figura 2.** Gráficos de caixa (*boxplot*) das médias das 25 progênies  $S_{0,2}$  selecionadas da PIrGa1/Pr/4, e gráficos de barra das médias das testemunhas para média harmônica da performance relativa (MHPR), altura de plantas (cm) e dias para o florescimento (dias).

## CONCLUSÃO

Pelo desempenho da PIrGa1/Pr/4, obteve-se 6,4% de resposta esperada com seleção para produtividade no quarto ciclo de seleção recorrente, que oferece ótimas perspectivas aos programas de melhoramento genético de arroz do IRGA e da Embrapa.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos em memória, ao emérito pesquisador Dr. Orlando Peixoto de Moraes pelas incontáveis contribuições nas atividades deste convênio entre IRGA e Embrapa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. (Ed.). **Experimental design**. New York: John Wiley & Sons, 1996, 611 p.
- GERALDI, I. O. Selección recurrente em El mejoramiento e plants. In: E.P. Guimarães (ed). **Selección recurrente en arroz**. Cali, Colombia: CIAT. 1997. pp. 3-12.
- MORAIS, O. P. et al. Ganhos em dez anos de melhoramento da população elite de arroz irrigado da Embrapa na Região Subtropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM; Porto Alegre: Sosbai, 2013. URL: <http://www.cbai2013.com.br/cdonline/docs/trab-2589-319.pdf>
- RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 362p.
- SOSBAI. **SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO**. Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas-RS: SOSBAI, 2016, 200 p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.