

PROGRESSO GENÉTICO DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA NO RS APÓS LANÇAMENTO DE CULTIVARES SEMI-ANÃS

Eduardo Anibeles Streck¹; Gabriel Almeida Aguiar²; Ariano Martins de Magalhães Jr.³; Paulo Ricardo Reis Fagundes⁴; Orlando Peixoto de Morais⁵; Matheus Huber⁶; Tuise Kuhn Krüger⁷

Palavras-chave: produtividade, ganho genético, *Oryza sativa*, variedades modernas.

INTRODUÇÃO

A contribuição do melhoramento de plantas para produção de grãos tem sido estudada em diversas culturas. Estes estudos evidenciam majoritariamente que o melhoramento de plantas proporcionou ganhos de produtividade. Assim, é de extrema importância o monitoramento da eficiência do programa de melhoramento via obtenção de estimativas de ganho genético, de forma a, analisar criticamente a eficiência do programa e planejar novas ações e estratégias para o desenvolvimento e liberação de novas cultivares.

Neste sentido, foram desenvolvidos métodos para estimativa do ganho genético, em cada par de anos consecutivos (biênio), com base nos resultados das médias de produtividade das cultivares obtidas nos ensaios de competição, para saber se a troca de cultivares, resulta em ganho de produtividade (Vencovsky et al., 1986). Nesse método, a diferença entre a produtividade média dos tratamentos comuns, a cada par de anos, estima o efeito do ano, e é fundamental que haja grande número de cultivares comuns para se obter uma estimativa precisa da variação ambiental entre os anos de avaliação. O ganho genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade média das cultivares de um ano e a do ano imediatamente anterior, excluindo-se o efeito do ano. Aplicações desse método em culturas de importância agrícola (Vencovsky et al., 1988; Fonseca Júnior, 1997; Breseghello et al., 1999; Soares et al., 1999; Barbosa Neto et al., 2000; Ribeiro et al., 2003) fornecem informações importantes sobre o ganho genético em anos consecutivos.

Buscando evidenciar a realidade do melhoramento da cultura do arroz irrigado, objetivou-se analisar, via estimativa do ganho genético, o desempenho do programa de melhoramento de arroz de Terras Baixas da Embrapa, no Rio Grande do Sul após o lançamento das cultivares semi-anãs, de porte moderno (BR IRGA 409 e BR IRGA 410), que foram consideradas marco da revolução verde da cultura no estado, pelo salto de produtividade que proporcionaram.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaios de competição de cultivares foram conduzidos no campo experimental da Estação de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizado no município do Capão do Leão. Os genótipos foram avaliados durante o período compreendido entre as safras agrícolas de 2005/2006 e 2014/2015, totalizando 10 anos de avaliação. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas compostas por 9 fileiras de 5 metros de comprimento com espaçamento de 0,17 metros entre linhas. A área útil da parcela foi constituída por 4 metros centrais das quatro fileiras internas, de modo a, excluir algum efeito incidente de bordadura. O manejo seguiu as recomendações técnicas da SOSBAI (2014) para a cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil.

^{1,2}Doutorando em Fitomelhoramento, Pós-graduação em Agronomia – UFPel/Embrapa Clima Temperado, endereço, streck.eduardo@gmail.com.

^{3,4}Pesquisador – Embrapa Clima Temperado

⁵Pesquisador – Embrapa Arroz e Feijão

^{6,7}Estagiário – Embrapa Clima Temperado

Foram avaliadas 13 cultivares de arroz irrigado lançadas pelo programa de melhoramento da Embrapa para o Sul do Brasil (BR IRGA 409, BR IRGA 410, BRS 6 'Chuí', BRS 7 'Taim', BRS Atalanta, BRS Firmeza, BRS Pelota, BRS Fronteira, BRS Querência, BRS Sinuelo CL, BRS CIRAD 302, BRS Pampa e BRS AG 'Gigante') e, uma linhagem (BRA 051108) que encontra-se em fase de registro (BRS Pampeira), contemplando assim, lançamentos referentes ao período de 1979 a 2015. As avaliações realizadas foram: produtividade de grãos ajustada para 13 % de umidade; estatura de plantas, na fase de maturação, medindo-se o comprimento do colmo principal do solo até a extremidade da panícula; e, dias até a floração, considerando-se o número de dias da emergência até 50% das panículas expostas.

Para estimar o ganho genético ($\hat{G}g$), foi utilizada a tabela descritiva para estatística (Tabela 1). O ganho genético ($\hat{G}g$) de um dado biênio decorrente da substituição de cultivares do ano 1 para o ano 2 e, assim, para qualquer seqüência de dois anos foi obtida pela expressão, $\hat{G}g = (\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1) - (\bar{Y}_{c2} - \bar{Y}_{c1})$ (Vencovsky et al., 1986; Fonseca Júnior, 1997).

Tabela 1. Estatísticas descritivas usadas para a definição do teste de ganho genético num dado biênio.

| Ano 1 | Ano 2 | Descrição |
|----------------|----------------|--|
| n_1 | n_2 | Nº total de cultivares no ensaio |
| nc_1 | nc_2 | Nº de cultivares comuns no ensaio do ano |
| nd_1 | nd_2 | Nº de cultivares diferentes no ensaio do ano |
| \bar{Y}_1 | \bar{Y}_2 | Média de todas as cultivares no ensaio do ano |
| \bar{Y}_{c1} | \bar{Y}_{c2} | Média das cultivares comuns nos ensaios do ano |
| \bar{Y}_{d1} | \bar{Y}_{d2} | Média das cultivares diferentes nos ensaios do ano |

Considerando-se que os erros inerentes às estimativas de \bar{Y}_1 com \bar{Y}_{c1} e \bar{Y}_2 com \bar{Y}_{c2} serem correlacionados, a estimativa do ganho genético teve de ser remodelada, considerando a estatística em que: $\bar{Y}_1 = nd_1 \bar{Y}_{d1} + nc_1 \bar{Y}_{c1} / n_1$, $\bar{Y}_2 = nd_2 \bar{Y}_{d2} + nc_2 \bar{Y}_{c2} / n_2$, tem-se, a estimativa do ganho genético em termos independentes:

$$\hat{G}g = \frac{nd_2}{n_2} \bar{Y}_{d2} + \frac{nc_2}{n_2} \bar{Y}_{c2} - \frac{nd_1}{n_1} \bar{Y}_{d1} - \frac{nc_1}{n_1} \bar{Y}_{c1} - \bar{Y}_{c2} + \bar{Y}_{c1}$$

Posteriormente, estimou-se o ganho genético médio ($\hat{G}gm$) (Kg ha⁻¹) para a sequência de K_n biênios, obtida por,

$$\hat{G}gm = \sum_{k=1}^K \hat{G}g_k / K$$

e, por fim, como preconizado, foi determinado o ganho genético médio percentual anual, obtido pela relação entre o ganho genético médio ($\hat{G}gm$) e a média do primeiro lançamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se nos dez anos de avaliação experimental, que houve variação na magnitude de produtividade média anual dos genótipos avaliados (Tabela 2), considerando-se a diferença no número de cultivares em cada ano. A produtividade média das cultivares que se repetem em todos os anos do experimento, também demonstraram elevada variação, sendo que, como as cultivares são geneticamente estáveis, esta inferência é decorrente da variação do ambiente entre os anos e uma inerente atuação do erro experimental. O coeficiente de variação (CV) nos anos, variou entre 6,26 e 20,51%.

Baseado nos pares de anos (biênios) gerados (Tabela 2), obteve-se os ganhos genéticos ($\hat{G}g$) em cada biênio aferido, variando entre -1021,7 e 1087,7 kg ha⁻¹. Os resultados da análise do teste de hipótese, que considerou a hipótese nula ($H_0: \hat{G}g = 0$) contra a alternativa ($H_1: \hat{G}g \neq 0$), revelou que, a 5% de probabilidade foi significativo para cinco biênios.

A análise conjunta de todas as cultivares aferidas equivalentes ao período de 1979 e 2015, mostrou um ganho genético médio anual ($\hat{G}gm$) de 121,612 kg ha⁻¹, constituindo um

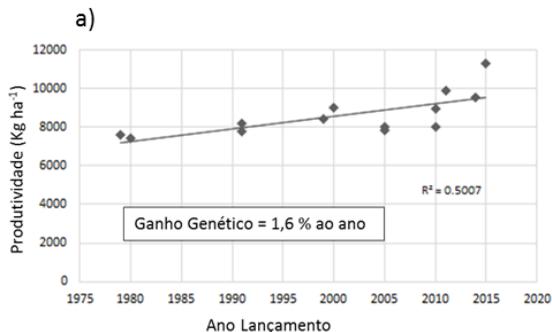
progresso de 1,6 % ao ano, levando a inferir que, o programa vem sendo eficiente neste processo de melhoramento genético.

Tabela 2 – Estatística descritiva das médias anuais e estimativa do ganho genético do programa de melhoramento da Embrapa no RS, no período entre 1979 e 2015. Embrapa Clima Temperado, 2015.

| | 2005/06 | 2006/07 | 2007/08 | 2008/09 | 2009/2010 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 2014/15 |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|---------|
| n | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 7 | 8 | 9 | 6 | 6 |
| Ȳ | 5421.34 | 8564.28 | 7050.08 | 10037.91 | 9918.30 | 8972.83 | 6454.53 | 6929.22 | 8736.15 | 9019.42 |
| Ȳc | 5643.74 | 8695.04 | 7062.29 | 11071.86 | 9984.86 | 8819.77 | 5768.45 | 6805.96 | 7525.09 | 8147.30 |
| GLe | 24 | 24 | 24 | 24 | 18 | 21 | 18 | 24 | 15 | 15 |
| CV (%) | 20.51 | 7.68 | 17.58 | 8.37 | 13.46 | 6.26 | 12 | 9.67 | 10.88 | 6.84 |
| | Biênio 1 | Biênio 2 | Biênio 3 | Biênio 4 | Biênio 5 | Biênio 6 | Biênio 7 | Biênio 8 | Biênio 9 | |
| Ĝg | 91.629 ^{ns} | 118.554 ^{ns} | -1021.737* | 967.384* | 219.615 ^{ns} | 533.025* | -562.822* | 1087.798* | -338.932 ^{ns} | |
| Ĝgm | 121.612 Kg ha⁻¹ | | | | | | | | | |
| Ĝgm (%) | 1.6 % ao ano | | | | | | | | | |

^{ns} Não-significativo. * Significativamente superior a zero pelo teste t a 5% de probabilidade.

Conforme pode ser observado na Figura 1a, um crescimento linear da produtividade de grãos foi obtida relacionando as médias obtidas pelas cultivares em seus respectivos anos de lançamento. Logo, incrementos significativos no potencial de produtividade foram detectados ao longo do período final da década de 70, até os dias atuais, via programa de melhoramento da Embrapa no Rio Grande do Sul, representado pelo ganho genético de 1,6% ao ano. Para a variável estatura de plantas, uma nova arquitetura de planta foi estabelecida no final da década de 70, com plantas de porte semi-anão, mais perfilhadoras e de menor acamamento, principalmente com os lançamentos das cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 410, no Rio Grande do Sul. Atualmente, mais de 60% da área mundial é coberta por cultivares semi-anãs (MAGALHÃES JR. et al, 2003). Logo, a partir deste período, não houveram grandes variações significativas para este caráter, conforme pode ser observado na Figura 1b. O ciclo é característico de cada cultivar e muito inerente aos objetivos buscados pelo melhorista, logo, mostrou leve tendência de redução ao longo do período, no entanto, não demonstrou diferenças estatísticas, nesta análise (Figura 1c).



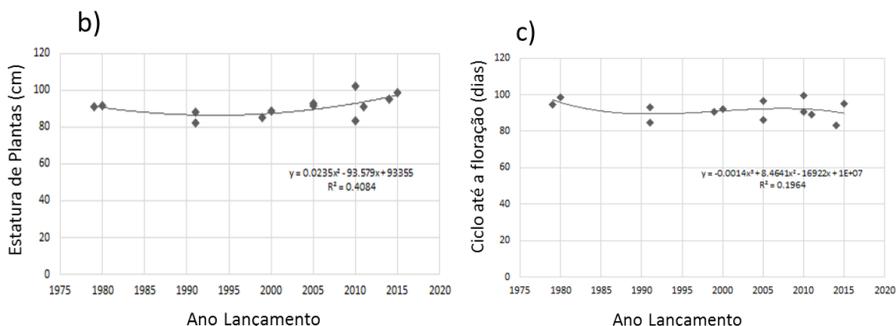


Figura 1 – Evolução da produtividade de grãos (a), estatura de plantas (b) e ciclo até a floração (c) das cultivares do programa de melhoramento da Embrapa Rio Grande do Sul, no período entre 1979 e 2015. Embrapa Clima Temperado, 2015.

CONCLUSÃO

Houve incrementos significativos no potencial de produtividade entre o período de 1979 e 2015 via programa de melhoramento genético da Embrapa no Rio Grande do Sul, gerando ganho genético médio anual de 121,612 kg ha⁻¹, representando um progresso de 1,6 % ao ano, levando a inferir que, o programa vem sendo eficiente no desenvolvimento de novas cultivares de fundamental importância para a cadeia produtiva orizícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA NETO, J.F.; MATIELLO, R.R.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, J.M.S.; PEGORARO, D.G.; SCHNEIDER, F.; SORDI, M.H.B.; VACARO, E. Progresso genético no melhoramento da aveia-branca no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1605-1612, 2000.
- BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O.P. de. Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.399-407, 1999.
- FONSECA JÚNIOR, N.S. Progresso genético na cultura do feijão no Estado do Paraná para o período de 1977 a 1995. **Tese (Doutorado)** - ESALQ, Piracicaba. 168p.1997.
- MAGALHÃES JR., A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JR. de, A. M.; GOMES, A. Da S. **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p.13-33, 2003. (Embrapa Clima Temperado: Documentos, 113).
- RIBEIRO, N.D.; POSSEBON, S.B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agrônomicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, v.33, p.629-633, 2003.
- SOARES, A.A.; SANTOS, P.G.; MORAIS, O.P. de; SOARES, P.C.; REIS, M. de S.; SOUZA, M.A. de. Progresso genético obtido pelo melhoramento do arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.415-424, 1999.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 189p.
- VENCOVSKY, R.; MORAIS, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento do milho no Brasil. In: **Congresso nacional de milho e sorgo**, 16., 1986, Belo Horizonte. Anais. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, p.300-307. 1988.