

# GANHO GENÉTICO NA PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO EM MINAS GERAIS ENTRE 1998 E 2010

Plínio César Soares<sup>1</sup>, Júlio César Do Vale<sup>2</sup>, Vanda Maria O. Cornélio<sup>3</sup>, Tiago da Silva Marques<sup>4</sup>.

Palavras-Chave: *Oryza sativa*; progresso genético; obtenção de cultivares; REML/BLUP.

## INTRODUÇÃO

O programa de avaliação e seleção de linhagens de arroz irrigado no Estado de Minas Gerais é realizado pela parceria entre a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e a Embrapa Arroz e Feijão e é constituído pelos Ensaio Comparativos Preliminares (ECPs) e Ensaio Comparativos Avançados (ECAs), ou também denominados de Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCUs). Na primeira modalidade de ensaios são selecionadas as melhores linhagens, para posteriormente serem avaliadas nos ECAs. As informações obtidas nesses ensaios são decisivas para a identificação de linhagens com potencial para serem liberadas como novas cultivares.

O conhecimento do ganho genético é de fundamental importância em programas de melhoramento, pois permite averiguar seu sucesso, buscar novas metodologias que venham a ampliar sua eficácia, orientar futuras ações de pesquisa e reavaliar as estratégias empregadas (Soares et al. 2005). Um método atualmente mais eficiente na análise de dados balanceados ou não, é o da Máxima Verossimilhança Restrita/ Melhor Preditor Linear Não-viesado (REML/BLUP). Esta técnica envolve, simultaneamente, a predição dos valores genéticos e estimação de componentes de variância, sendo o procedimento ótimo para estimação de componentes de variância/predição dos valores genéticos (Resende 2002).

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo quantificar o ganho genético para produtividade de grãos do programa de melhoramento de arroz irrigado do Estado de Minas Gerais, no período de 1998 a 2010.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados dos ECAs do programa de melhoramento de arroz irrigado de Minas Gerais do período de 1998 a 2010. Anualmente, os genótipos que não apresentavam bom desempenho eram descartados e substituídos por outros. Por outro lado, os genótipos com bom desempenho foram mantidos em avaliação por dois ou mais anos.

Os ensaios foram realizados em quatro locais de diferentes regiões de Minas Gerais que cultivam arroz irrigado. O número de ensaios variou de um a quatro por ano, totalizando 28. Anualmente foram avaliados 25 genótipos, exceto nos ensaios de 1999 em que se avaliou 26. Assim, em 12 anos agrícolas, foram avaliados 102 genótipos. Os ensaios foram instalados em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,3 m. Como área útil considerou-se os 4 m centrais das três fileiras internas (4 m x 0,9 m = 3,6 m<sup>2</sup>). Para obtenção dos componentes de variância e das estimativas dos parâmetros genéticos, submetem-se os dados à análise por meio do método REML/BLUP, conforme descrito por Resende (2002). A flexibilidade da metodologia de modelos mistos permite a obtenção de estimativas mais acuradas, principalmente no caso de dados desbalanceados, como a não avaliação dos genótipos em todos os locais dentro de cada ano (Fritsche-Neto

<sup>1</sup> Doutor em Fitotecnia, EPAMIG, Vila Gianetti, casa 46, Campus UFV, CEP 36571-000, Viçosa-MG, plinio@epamig.br.

<sup>2</sup> Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará.

<sup>3</sup> Doutora em Fitopatologia, EPAMIG / Lavras.

<sup>4</sup> Estudante de Agronomia / UFV, bolsista BIC FAPEMIG / EPAMIG.

et al. 2010). Após se obterem as estimativas dos valores genotípicos pelo método REML/BLUP, utilizou-se o programa GENES (Cruz 2006) para o cálculo do progresso genético por meio da metodologia descrita por Vencovsky et al. (1988).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos apresentaram comportamento diferencial quando submetidos às várias localidades de Minas Gerais, evidenciado pelo efeito significativo da interação genótipo x local para cada ano. Verificou-se que, em geral, os locais utilizados foram suficientemente contrastantes para identificar a variabilidade genética entre os genótipos e comprova que a escolha desses foi eficaz para representar a diversidade edafoclimática no estado. Observou-se que a produtividade média de grãos dos genótipos avaliados de 1998 a 2010, oscilou, mas que, de modo geral, aumentou gradativamente, principalmente nos cinco primeiros anos. Isto reitera que houve ganho em produtividade durante o período em estudo.

A dinâmica de um programa de melhoramento é quantificada pela taxa média de substituição genotípica, composta pelas taxas de inclusão, exclusão, manutenção e renovação, mensurada entre um ano de avaliação e outro (Cruz e Carneiro 2003). A taxa média de renovação no período considerado (1998 a 2010) foi de 29%. Breseghello et al. (1999) estimaram o ganho em produtividade de grãos de arroz irrigado para a região Nordeste do Brasil e observaram uma taxa de 27%, enquanto que Soares et al. (1999) em Minas Gerais e Atroch e Nunes (2000) no Amapá, observaram taxas de 44 e 46%, respectivamente. Entre as linhagens modernas, as diferenças de produtividade a serem detectadas são cada vez mais estreitas. Assim, levando em consideração esse fato e comparando as taxas observadas no presente trabalho com as dos outros estudos, verifica-se certo grau de similaridade. Isto é um indicativo da contribuição do programa de melhoramento em termos de liberar cultivares, contribuindo com novas opções de cultivo para os orizicultores. A taxa média de manutenção observada no programa no período considerado foi de 58%, o que possibilita uma boa estimativa da variação do ambiente entre os anos de avaliação, uma vez que o efeito do ambiente é função do contraste entre os genótipos comuns nos diferentes anos considerados (Atroch e Nunes 2000). Assim sendo, quanto maior o número de linhagens comuns a cada par de anos, mais acurada será a estimativa do efeito ambiental e, conseqüentemente dos ganhos genéticos obtidos (Vencovsky et al. 1988). Neste contexto, em geral, o número de linhagens comuns entre um ano e outro foi superior a 50%, com exceção para os anos 1999 e 2000 (Tabela 1). Soares et al. (1999) avaliaram o progresso genético em arroz de sequeiro e Atroch e Nunes (2000) em arroz irrigado e observaram taxas de manutenção de 56 e 38%, respectivamente.

No processo de estimar o progresso genético e o ambiental, observou-se que as magnitudes das diferenças brutas, devido às diferenças genéticas e ambientais, variaram consideravelmente de um ano para o outro (Tabela 2). A variação das diferenças brutas foi fortemente associada com as diferenças dos efeitos ambientais entre os anos. Isso provavelmente ocorreu devido à maior ou menor importância dos efeitos ambientais durante o mesmo par de anos (Cargnin et al. 2008). De acordo com estes autores, a condição climática (ambiental) é o principal fator que determina a variação média de produtividade de grãos entre os anos. As diferenças genéticas anuais também variaram consideravelmente, oscilando de - 256,04 a 299,86 (Tabela 2). No entanto, observou-se que as diferenças na média de produtividade de grãos devido aos efeitos genéticos (ganhos genéticos) foram positivas em praticamente todos os anos. Isto pode ser confirmado pela superioridade das médias por ano das linhagens avaliadas em relação às excluídas. O progresso total, isto é, o ganho genético e ambiental do programa de melhoramento de arroz irrigado de Minas Gerais entre 1998 e 2010 foi 600,85 kg ha<sup>-1</sup>. O ganho genético nesse período foi 107,42 kg ha<sup>-1</sup>, o que representa uma proporção de 17,88% da estimativa total do progresso. Esse ganho corresponde a um aumento de 8,95 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> obtido pelo melhoramento genético. Isto, de acordo com a metodologia aplicada, representa um aumento de 1,99% em

produtividade de grãos por ano, quando comparada a média obtida no ano referência de 1998. Esse ganho é similar aos observados por Soares et al. (1999) em arroz de sequeiro, que verificaram progresso genético em Minas Gerais de 1,6% por ano, Breseghello et al. (1999) observaram ganho genético de 0,77% ao ano em arroz irrigado no Nordeste do Brasil e Atroch e Nunes (2000) constataram também em arroz irrigado um aumento de 2,45% por ano no Amapá.

Apesar de ter sido observado ganho genético semelhante aos relatados em outros estudos, vale salientar que a metodologia empregada no presente trabalho utilizou estimativas obtidas via REML/BLUP, que geralmente são inferiores as obtidas pelo método da ANOVA, porém mais próximas do verdadeiro valor (Borges et al. 2009).

## CONCLUSÃO

Conclui-se que maiores ganhos genéticos podem ser alcançados neste programa de melhoramento de arroz irrigado se forem consideradas as seguintes estratégias: 1) ampliar o número de ensaios (locais) por ano, o que aumentará a acurácia nas estimativas do efeito da interação genótipo x local e 2) aumentar a intensidade de seleção por ano, minimizando com isso o efeito dos genótipos menos produtivos na média anual.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CNPq pelo aporte financeiro aos projetos de pesquisa e pela concessão de bolsas de iniciação científica e de produtividade em pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atroch AL and Nunes GHS (2000). Progresso genético em arroz de várzea úmida no Estado do Amapá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35: 767-771.
- Borges V, Soares AA, Resende MDV, Reis MS, Cornélio VMO and Soares PC (2009) Progresso genético do programa de melhoramento de arroz de terras altas de Minas Gerais utilizando modelos mistos. **Revista Brasileira de Biometria** 27: 478-490.
- Breseghello F, Rangel PHN and Morais OP (1999) Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34: 399-407.
- Cargnin A, Souza MA and Fronza V (2008) Progress in breeding of irrigated wheat for the Cerrado region of Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 8: 39-46.
- Cruz CD (2006) **Programa Genes: Versão Windows - Biometria**. Editora UFV, Viçosa, 381p.
- Cruz CD and Carneiro PCS (2003) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético II**. Editora UFV, Viçosa, 585p.
- Fritsche-Neto R, Gonçalves MC, Vencovsky R and Souza Junior CL (2010) Prediction of genotypic values of maize hybrids in unbalanced experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 10: 32-39.
- Resende MDV (2002) **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 975 p.
- Soares AA, Santos PG, Morais OP, Soares PC, Reais MS and Souza MA (1999) Progresso genético obtido pelo melhoramento do arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34: 415-424.
- Soares PC, Melo PGS, Melo LC and Soares AA (2005) Genetic gain in an improvement program of irrigated rice in Minas Gerais. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 5: 142-148.
- Vencovsky R, Morais AR, Garcia JC and Teixeira NM (1988) Progresso genético em vinte anos de melhoramento do milho no Brasil. **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. Embrapa CNPMS, Sete Lagoas, p. 300-307.

Tabela 1. Número de linhagens <sup>1</sup> e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) das linhagens novas, mantidas, excluídas e avaliadas nos ensaios de valor de cultivo e uso (VCUs) do programa de melhoramento de arroz irrigado de Minas Gerais, no período de 1998 a 2010, Minas Gerais, Brasil

Anos	I	M	E	T	MI	MM	ME	MT
1998	0	15	10	25	0	5549	5145	5387
1999	11	10	16	26	5971	6006	5963	5979
2000	15	11	14	25	5248	5714	5218	5436
2001	14	25	0	25	7114	7097	0	7097
2002	0	19	6	25	0	6877	6838	6847
2003	6	15	10	25	5766	5757	5753	5756
2004	10	18	7	25	5513	5724	5084	5545
2005	7	22	3	25	6138	6200	5667	6136
2006	3	22	3	25	6876	6864	6846	6862
2007	3	20	5	25	5388	5354	5323	5348
2008	5	19	6	25	6603	6605	6382	6551
2010	6	25	0	25	5662	5661	0	5661

<sup>1</sup> I : número de genótipos novos em relação ao ano anterior; M : número de genótipos mantidos para avaliação no ano posterior; E : número de genótipos excluídos da avaliação no ano posterior; T : número de genótipos avaliados no ano; MI : média dos genótipos novos (renovados) em relação ao ano anterior; MM : média dos genótipos mantidos para avaliação no ano posterior; ME : média dos genótipos excluídos da avaliação no ano posterior; MT : média dos genótipos avaliados no ano.

Tabela 2. Ganhos genéticos anuais e balanço do ganho genético do programa de avaliação e seleção de linhagens do programa de melhoramento de arroz irrigado de Minas Gerais, no período de 1998 a 2010, Minas Gerais, Brasil

Anos	DB <sup>1</sup>	DA <sup>1</sup>	DG <sup>1</sup>
1999/1998	592,02	436,2	155,82
2000/1999	-543,34	-287,3	-256,04
2001/2000	1660,68	1360,82	299,86
2002/2001	-249,64	-249,64	0
2003/2002	-1091,44	-1085,16	-6,28
2004/2003	-211	-191,47	-19,53
2005/2004	591,48	411,39	180,09
2006/2005	725,6	659,68	65,92
2007/2006	-1514,04	-1521,68	7,64
2008/2007	1203,68	1184,5	19,18
2010/2009	-890,28	-943,79	53,51
	<u>Média por período</u>	<u>Proporção</u>	<u>Média por ano</u>
Ganhos	(kg ha <sup>-1</sup> )	(%)	(kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
Genético	107,42	17,88	8,95
Ambiental	493,43	82,12	41,12
Total	600,85	100	50,08

<sup>1</sup> DB: diferença bruta; DA: diferença ambiental; DG: diferença genética (ganho genético)