

PROGRESSO GENOTÍPICO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM MINAS GERAIS NO PERÍODO DE 1997 A 2008, ESTIMADO POR MODELO MISTO

Vanderley Borges¹, Antônio Alves Soares², Marcos Deon Vilela Resende³, Moizés de Sousa Reis⁴, Vanda Maria de Oliveira Cornelio⁴, Natália Alves Leite⁵ e Antônio Rodrigues Vieira⁴

Resumo – Todo programa de melhoramento deve, periodicamente, ser avaliado, visando quantificar sua eficácia ou para identificar e corrigir possíveis erros de planejamento. A estimativa do progresso genético constitui uma das opções utilizadas na avaliação de um programa de melhoramento. O objetivo desse trabalho foi verificar o progresso genético e a acurácia de seleção de linhagens de arroz de terras altas, no período entre 1997/98 a 2007/08, do programa de melhoramento do Estado de Minas Gerais, baseado em modelos mistos. Utilizaram-se os resultados de produtividade de grãos obtidos dos ensaios de valor de cultivo e uso realizados pelas parceiras UFLA, EPAMIG, UFV e Embrapa Arroz e Feijão, utilizou-se o aplicativo SELEGEN REML/BLUP. Observou-se que o ganho genético anual foi positivo em apenas quatro anos. Verificou-se o que ganho acumulado total foi de $-42,87 \text{ kg ha}^{-1}$. O ganho genético anualmente em percentagem, foi $-1,21\%$. Conclui-se que o ganho genético do programa de melhoramento ficou praticamente estável de 1997/98 a 2007/08.

Introdução

O progresso genético é um parâmetro de fundamental importância em programas de melhoramento e que deve ser avaliado periodicamente, na tentativa de averiguar seu sucesso, buscar novas metodologias que venham ampliar sua eficácia, orientar futuras ações de pesquisa e uma reavaliação sobre os mesmos. Via de regra, estimar o progresso genético de um programa de melhoramento tem o objetivo de avaliar a contribuição efetiva do melhoramento genético, na elevação da média dos genótipos selecionados em um determinado período de anos.

VENCOVSKY *et al.* (1986) demonstraram ser possível que os dados dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU's) sejam utilizados para a estimação dos ganhos genéticos para produtividade de grãos. Essa estimativa fornece uma oportunidade de correlacionar ganhos alcançados com os métodos de melhoramento empregados, possibilitando a alteração dos objetivos propostos inicialmente e definir estratégias a serem seguidas, a fim de que cada unidade de recursos investidos resulte no máximo ganho possível. Portanto, é necessário que, de tempos em tempos, cada programa de melhoramento genético faça uma auto-avaliação no sentido de verificar se houve ou não progresso efetivo.

Existe na literatura atual uma série de metodologias, as quais foram empregadas para estimar progressos genéticos em programas de melhoramento nas mais variadas espécies. No Brasil, vários estudos foram realizados, utilizando ou modificando tais métodos. Como exemplo, pode-se citar as metodologias de Vencovsky *et al.* (1986), Fernandes (1988), Morais & Abud (1993) e Breseghello, Morais & Rangel. (1998). Modelos de análises de progresso genético com base em valores genotípicos (BLUP) ou baseando-se em modelos mistos (REML/BLUP) ainda não foram utilizados. Sendo então, necessário, que trabalhos sejam realizados, uma vez que o método REML/BLUP tem propriedades estatísticas superiores ao método ANOVA, e que já vem sendo utilizado com bastante sucesso em outros tipos de trabalhos de melhoramento.

O objetivo desse trabalho foi o de estimar o progresso genotípico do arroz de terras altas em Minas Gerais no período de 1997 a 2008, utilizando dados de VCU's, via modelos mistos (REML/BLUP).

¹Engº Agrº, Doutorando em Agronomia/Fitotecnia, UFLA, C.P. 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG, E-mail: vanderley-agro@ig.com.br

² Professor Associado do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, Lavras, MG, CEP 37200-000. E-mail: aasoares@ufla.br

³ Pesquisador da Embrapa Florestas/UFViçosa

⁴ Engenheiros Agrônomos, Doutores, Pesquisadores Epamig/CTSM Campus UFLA, Cx. P. 176, Lavras, MG, CEP 37200-000. E-mail: moizes@epamig.ufla.br; vanda.cornelio@epamig.ufla.br

⁵ Bolsista de iniciação científica da UFLA

Material e Métodos

Foram utilizados os resultados de produtividade de grãos obtidos dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU's) do programa cooperativo de melhoramento de arroz de terras altas desenvolvido em Minas Gerais pelas parceiras UFLA, Epamig, e Embrapa Arroz e Feijão, no período 1997/98 a 2007/08. Em cada ano agrícola, foram avaliados 20 linhagens e cultivares, incluindo-se as testemunhas, sendo que em todos os anos, procedeu-se a seleção e descarte de linhagens de pior desempenho, mantendo-se as superiores. Eventualmente, também, algumas testemunhas foram substituídas por outras mais novas. Dessa forma, foram avaliadas 107 linhagens em 11 diferentes locais, ao longo dos 11 anos agrícolas. Para todos os ensaios, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,4 m (10,00 m²), utilizando-se a densidade de 70 sementes por metro. Como área útil, foram colhidos os 4 m centrais das três linhas internas (4,80 m²).

A época de implantação dos ensaios no campo variou bastante e ocorreu a partir do terceiro decêndio de outubro até o segundo decêndio de dezembro de cada ano, dependendo do local, das condições climáticas, disponibilidade de mão-de-obra, etc. No plantio, aplicou-se uma adubação básica padrão de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 0,5% de Zn e, em cobertura, 40 kg ha⁻¹ de N, aos 40 dias após a semeadura. Para o controle preventivo de pragas, as sementes foram tratadas com produtos à base de carbofuran ou tiodicarbe (1,5 L p.c./100 kg de sementes), e as plantas invasoras controladas por meio de herbicidas, associados a capina manual. Não foi feito controle de doenças, para permitir o seu surgimento e o descarte de linhagens suscetíveis.

Para a obtenção do progresso genético, utilizaram-se os valores genotípicos ($u+g+gem$) médios das cultivares e linhagens de cada ano agrícola, as quais são livres de toda a interação com locais e anos.

As estimativas do ganho genético anual, acumulado, acumulado percentual e ganho genético anual médio foram obtidas, procedendo-se da seguinte forma, utilizando o aplicativo *Excel for Windows*:

- a) Considerou-se o primeiro ano agrícola (1997/98) como ano base ou de referência;
- b) Os ganhos genéticos anuais foram obtidos, subtraindo-se os valores genotípicos médios de um determinado ano agrícola do imediatamente anterior;
- c) Os ganhos acumulados foram obtidos, somando-se os ganhos anuais, ano-a-ano;
- d) Os ganhos genéticos acumulados percentuais foram obtidos, dividindo-se os ganhos acumulados pelos valores genotípicos médio de cada ano, multiplicando o resultado por 100, e
- e) O ganho genético médio anual (%) foi obtido, dividindo-se por 10 o ganho genético acumulado nos dez anos.

A análise para obtenção dos valores de $u+g+gem$ foi realizada pelo aplicativo SELEGEN REML/BLUP, versão janeiro 2008, adotando-se o modelo estatístico 114 – delineamento em blocos completos com interação tripla e estabilidade e adaptabilidade – método MHPRVG (RESENDE, 2007).

Resultados e Discussão

O nível de adoção das cultivares pelos agricultores, certamente, é a maneira mais eficiente de se avaliar o desempenho de um programa de melhoramento de plantas. Contudo, existem outras alternativas, que podem ser utilizadas, como a avaliação do progresso genético, utilizando dados disponíveis dos ensaios de VCU. Empregando esta alternativa, empreendeu-se esse estudo para quantificar o progresso genético do programa de melhoramento de arroz de terras altas desenvolvido em Minas Gerais, no período de 1997/98 a 2007/08. O resultado obtido dessa avaliação é apresentado na Tabela 1. Para tanto, foi utilizado o valor genotípico das cultivares e linhagens testadas em cada ano agrícola. Nos ensaios de VCU, anualmente, descartam-se as linhagens inferiores, de forma que, em cada par de anos, permanece um certo número de materiais e as testemunhas comuns. Na verdade, o progresso genotípico avalia apenas se os novos materiais incluídos na rede de ensaios são superiores aos que foram descartados.

Examinando a Tabela 1, observa-se que o ganho genético anual foi positivo em apenas quatro anos agrícolas e negativo nos outros seis. A coluna do ganho genético acumulado soma os ganhos ano-a-

ano e, no último ano agrícola (2007/08), tem-se o ganho acumulado total, que no caso foi negativo, ou seja, de $-42,87 \text{ kg ha}^{-1}$. Os ganhos genéticos foram expressos anualmente, também, em percentagem, onde se verifica que o ganho genético total, em todo o período, foi de $-1,21\%$. Estimou-se também o ganho genético anual médio, que consiste da divisão do ganho acumulado pelos dez anos, que se sucederam ao ano base (1997/98), resultando, portanto, em um ganho anual médio de $-0,12\%$. Assim, pode-se inferir que o ganho genético do referido programa de melhoramento ficou praticamente estável de 1997/98 a 2007/08. Caso a avaliação tivesse iniciado em 1998/99, o ganho acumulado teria sido também praticamente estável, só que com sinal positivo e igual a $1,85\%$. Assim, o desempenho dos materiais no ano base interfere bastante no ganho genético acumulado, ou no ganho anual médio.

O ganho genético obtido nesse trabalho difere do de outros autores que também avaliaram o ganho genético de programas de melhoramento de arroz de terras altas, utilizando outras metodologias e em períodos diferentes. SOUZA *et al.* (2007) por meio de regressão linear das médias das cultivares, por década em que foi lançada, constataram em Minas Gerais um progresso genético, em 51 anos (1950 a 2001), de $0,3\%$ para cultivares precoces e de $2,09\%$ para as de ciclo tardio. SOARES & RAMALHO (1993) encontraram valores próximos de $3,0\%$ para o ganho anual no período de 1979/80 a 1988/89, utilizando regressão linear de quadrados mínimos e o método de Vencovsky *et al.* (1986).

SOARES *et al.* (1999) elaborou outro estudo de avaliação do ganho genético de arroz de terras altas em Minas Gerais, no período de 21 anos (1974/75 a 1994/95), desta vez, utilizando método de BRESEGHELLO, MORAIS & RANGEL. (1998). Nesse trabalho, obteve-se um ganho genético médio anual de $1,26\%$ para os materiais precoces e $3,37\%$ para os materiais de ciclo médio/tardio.

Dessa forma, todos os trabalhos anteriores detectaram ganhos genéticos positivos e superiores ao desse estudo. Sobre as diferenças observadas, alguns comentários merecem ser feitos: i) o método aqui empregado utiliza valores genotípicos livres de todos os efeitos que não os dos genótipos obtidos por REML/BLUP; os demais utilizam valores obtidos pela ANOVA; ii) o período de avaliação considerado nos trabalhos anteriores são diferentes do atual, sobretudo, o ano base, e iii) mudança dos objetivos do programa de melhoramento de arroz de terras altas a partir de meados da década de 1980, onde a prioridade principal passou a ser a qualidade de grãos, em detrimento da produtividade, uma vez que grãos longos e de conteúdo de amilose baixa, perderam espaço para os grãos longo-fino e de conteúdo de amilose alto e intermediário.

Considerando que a introdução de germoplasma exótico, geralmente pouco adaptados, é depressiva, a manutenção do potencial genético das cultivares e linhagens, no período desse estudo (1997/2008), por si só, já é um progresso efetivo, confirmando o esforço dos melhoristas de arroz de terras altas. Além do mais, na avaliação do progresso genético, considera-se ganho médio, envolvendo todas as linhagens. Ora, se considerar apenas as cultivares lançadas a partir de 1997 (BRSMG Caravera – 2007; BRSMG Relâmpago – 2007; BRS Pepita – 2007; BRSMG Conai – 2004; BRS Colosso – 2004; BRS Talento – 2004; BRS Primavera – 2000, em Minas Gerais e Carisma – 1999), que foram superiores, às demais cultivares, lançadas anteriormente e testadas na rede de VCU's do período, à exceção da Guarani, que foi superada apenas pela BRSMG Caravera, o ganho genético foi extraordinário. Portanto, pode-se inferir que o programa de melhoramento de arroz de terras altas, desenvolvido em Minas Gerais pelas parceiras UFLA, Epamig e Embrapa Arroz e Feijão, foi eficiente, nesse período.

Conclusão

O progresso genotípico acumulado para produtividade de grãos, ocorrido de 1997 a 2008, manteve-se praticamente estável ($-1,21\%$), contudo, as cultivares lançadas nesse período são superiores àquelas que as precederam, justificando plenamente os recursos destinados a essa pesquisa.

Agradecimento

Os autores agradecem à Fapemig pelo financiamento dos vários projetos de pesquisa, no período de 1997 a 2008, e ao CNPq, pela concessão de bolsa de pesquisa ao coordenador dos projetos.

Referências

- BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O. P.; RANGEL, P. H. N. A new method to estimate genetic gain in annual crops. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, v. 21, n. 4, p. 551-555, 1998.
- FERNANDES, J.S.C. *Estabilidade ambiental de cultivares de milho na Região Centro Sul do Brasil*. 1988. 94p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- MORAIS, O.P. de.; ABUD, N.S. *Subsídios para avaliação do progresso genético dos programas estaduais de melhoramento de arroz no Brasil*. Goiânia, Embrapa CNPAF, 1993, 26 p.
- RESENDE, M. D. V. *SELEGEN-REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos*. Colombo: Embrapa Florestas, 2007, 361 p.
- SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Estimativa do progresso genético no melhoramento do arroz (*Oryza sativa* L.). I. Comparação de métodos. *Ciência e Prática*, Lavras, v.17, n.1, p.27-34, jan./mar. 1993.
- 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*, Brasília, v. 34, n. 3, p. 415-424, 1999.
- SOUZA, M.A. de; MORAIS, O.P; HERÁ, R.E.C.; CARGNIN, A; PIMENTEL, A.J.B. Progresso genético do melhoramento de arroz de terras altas no período de 1950 a 2001. *Pesquisa. Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 3, p.371-376, mar. 2007.
- 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, 9., 1986, Belo Horizonte, MG. *Anais ... Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS*, 1986. p.300-307.

Tabela 1: Valor genotípico médio, ganho genético anual (kg ha⁻¹), ganho genético acumulado (kg ha⁻¹), ganho genético acumulado percentual e ganho genético anual médio (%) do programa de melhoramento de arroz de terras altas, desenvolvido em Minas Gerais no período 1997/98 a 2007/08.

Ano agrícola	VG ¹ médio (kg ha ⁻¹)	Ganho genético anual (kg ha ⁻¹)	Ganho genético acumulado (kg ha ⁻¹)	Ganho genético acumulado percentual
1997/98	3549,223	-	-	-
1998/99	3442,599	- 106,62	- 106,62	-3,00
1999/00	3452,474	9,88	- 96,74	-2,73
2000/01	3537,465	84,99	- 11,75	-0,33
2001/02	3533,409	- 4,06	- 15,81	-0,45
2002/03	3492,352	- 41,06	- 56,87	-1,60
2003/04	3530,947	38,60	- 18,27	-0,51
2004/05	3520,855	- 10,09	- 28,36	-0,80
2005/06	3624,072	103,22	74,86	2,11
2006/07	3581,484	- 42,59	32,27	0,91
2007/08	3506,349	- 75,14	- 42,87	-1,21
Ganho genético anual médio (%)				- 0,12

¹VG: valor genotípico.