

PROGRESSO GENÉTICO EM ARROZ DE VÁRZEA ÚMIDA NO ESTADO DO AMAPÁ¹

ANDRÉ LUIZ ATROCH² e GLAUBER HENRIQUE DE SOUSA NUNES³

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo quantificar o progresso genético do arroz de várzea úmida no Estado do Amapá, no período de 1991 a 1996. A eficiência do programa de avaliação e seleção de linhagens de arroz foi estudada, utilizando-se os dados das produtividades de grãos obtidos nos Ensaio Comparativos Avançados, da rede de ensaios coordenada pela Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Para estimativa do ganho genético foram utilizadas as metodologias de Vencovsky et al. (1986) e de Fernandes (1988). O ganho genético foi de 78,9 kg ha⁻¹ (2,45%) ao ano, sendo 63,21% dos progressos brutos devidos ao melhoramento genético, pelo primeiro método. No segundo método, o ganho genético foi de 96,93 kg ha⁻¹ (3,02%) ao ano, sendo 67,85% dos progressos brutos devidos ao melhoramento genético. Os ganhos genéticos obtidos com ambas metodologias evidenciam que os esforços empreendidos na busca de cultivares adaptadas e produtivas têm produzido resultados expressivos.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, ganho genético, avaliação de linhagem.

GENETIC PROGRESS IN LOWLAND RICE IN THE STATE OF AMAPÁ, BRAZIL

ABSTRACT - This paper had the objective of quantifying the genetic progress of lowland rice in the state of Amapá, Brazil, in the 1991-1996 period. The efficiency of the rice lineages evaluation and selection program was studied, using grain yield data, obtained in the Advanced Yield Trials, of the Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão network. To estimate the genetic gain the methodologies of Vencovsky et al. (1986) and Fernandes (1988) were used. The genetic gain obtained was of 2.45%/year (78.9 kg ha⁻¹), being 63.21% of the whole progresses due to the genetic breeding, for the first method. In the second method, the genetic gain was of 3.02%/year (96.93 kg ha⁻¹), being 67.85% of the whole progresses due to the genetic breeding. The genetic gains obtained in both methodologies evidence that the efforts undertaken in the search of adapted and productive cultivars have been producing expressive results.

Index terms: *Oryza sativa*, genetic gain, lineage evaluation.

INTRODUÇÃO

O programa de avaliação e seleção de linhagens de arroz de várzea úmida no Estado do Amapá, realizado pela Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá (CPAF-Amapá) como parte do Sistema Brasileiro de Pesquisa Agropecuária, é cons-

tituído pelos Ensaio Comparativos Preliminares (ECP) e Ensaio Comparativos Avançados (ECA). Na primeira classe de ensaios são selecionadas as melhores linhagens, para continuarem a ser avaliadas nos ECA. As informações obtidas nos ECA são decisivas para a identificação das linhagens com potencial para serem liberadas como novas cultivares. Em ambos ensaios são consideradas, na seleção dos materiais, outras características além da produtividade de grãos, tais como qualidade de grãos e resistência a doenças, principalmente mancha-parda, escaldadura-das-folhas e mancha-dos-grãos (Embrapa, 1994).

O conhecimento da eficiência do programa é importante para avaliar a estratégia e economizar re-

¹ Aceito para publicação em 17 de maio de 1999.

² Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: atroch@cpaa.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., M.Sc., Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas, Dep. de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

curso. A instalação de ensaios de avaliação de cultivares é um procedimento oneroso, e por essa razão existe uma preocupação por parte dos pesquisadores em saber se os novos materiais lançados e que substituem os descartados, devido ao seu baixo desempenho, são superiores e proporcionam um avanço genético em relação às cultivares comercializadas.

Algumas metodologias foram desenvolvidas com o intuito de quantificar o progresso genético obtido com o melhoramento visando à produção de grãos. Uma das alternativas é realizar experimentos com amostras de cultivares utilizadas nos períodos a serem comparados. Nesse caso, as cultivares mais antigas são comparadas com as mais recentes. Contudo, o custo com tais experimentos é alto, além dos problemas de ressintetização das sementes dos materiais mais antigos e do fato de que nem todas as cultivares desenvolvidas em determinado período podem estar disponíveis ao melhorista.

Em outras culturas, os programas de melhoramento genético também têm sido avaliados com essas metodologias. Vencovsky et al. (1986), utilizando dados de ensaios de milho, abrangendo 20 anos, obtiveram estimativas de 2,2% para populações e de 1,7% para os híbridos comerciais. Em soja, no Paraná, no período de 1981 a 1986, os ganhos médios obtidos foram de 1,8% em relação às linhagens precoces e de 1,3% para as semiprecoces (Toledo et al., 1990). Carvalho et al. (1997), avaliando os dados de ensaios de algodão herbáceo no Nordeste, no período de 1976 a 1994, obtiveram um progresso genético de 1,03% ao ano para o rendimento do algodão em caroço.

No caso do arroz também existem trabalhos na literatura que relatam o progresso genético em alguns Estados da Federação. Soares (1992) registrou um ganho de 82,5 kg ha⁻¹ (1,60%/ano) para produtividade de arroz irrigado em Minas Gerais, utilizando o método de Vencovsky. Este mesmo autor, quando utilizou o método das Testemunhas, verificou um ganho menor, de 43,1 kg ha⁻¹ (0,84%/ano). Breseghello (1995), utilizando o método das Médias Ajustadas, registrou um ganho genético médio, para produtividade do arroz irrigado na região Nordeste do Brasil, no período de 1984 a 1993, de aproximadamente 55 kg ha⁻¹ ano⁻¹ ou 0,77% ao ano, e considerou este resultado bom, levando-se em considera-

ção as limitações existentes no período e a dificuldade de obtenção de ganhos para produtividade em arroz irrigado no mundo. Abbud (1991), no Paraná, com arroz-de-sequeiro obteve ganhos de 1,3%/ano.

Assim sendo, é necessário a procura de métodos alternativos de acompanhamento do progresso genético. O ideal é que os métodos utilizem as informações já disponíveis no decorrer dos ensaios. Vencovsky et al. (1986) sugeriram uma alternativa que utiliza os dados dos ensaios de avaliação de cultivares conduzidos pelas empresas. Nessa metodologia, a diferença entre a produtividade média dos tratamentos comuns, a cada par de anos, é utilizada para estimar o efeito do ano. O avanço genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade média dos genótipos de um ano e a do ano imediatamente anterior, excluindo-se o efeito do ano. Uma metodologia semelhante foi proposta por Fernandes (1988). Nesta metodologia o avanço genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade média dos genótipos não comuns de um ano e a do ano imediatamente inferior, excluindo-se o efeito do ano. Essas metodologias já foram utilizadas em várias culturas como o sorgo (Rodrigues, 1990), o feijão (Abreu et al., 1994) e o milho (Fernandes & Frazon, 1997).

Este trabalho teve como objetivo quantificar o progresso genético do arroz de várzea úmida no Estado de Amapá no período de 1991 a 1996.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados das produtividades de grãos obtidas nos ECA, no período de 1991 a 1996. Estes ensaios foram conduzidos no Campo Experimental da Embrapa-CPAF-Amapá, município de Mazagão, AP, localizado a 0°7' de latitude Sul, 51°17' de longitude Oeste e 15 m de altitude. O clima é do tipo Ami, segundo Köppen, temperatura média anual de 27°C, umidade relativa do ar de 82% e precipitação pluvial anual de 2.800 mm, com as chuvas distribuídas de dezembro a julho. O solo da área experimental é do tipo Gley Pouco Húmico, com baixa fertilidade natural, típico das várzeas amazônicas.

Os ensaios foram instalados em delineamento experimental de blocos ao acaso com o número de repetições, número de tratamentos, espaçamento entre covas, tamanho das parcelas e área útil variáveis, como mostra a Tabela 1.

Para o cálculo do progresso genético foram utilizadas as metodologias de Vencovsky et al. (1986) e de Fernandes (1988), com o auxílio do programa GENES - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística da Universidade Federal de Viçosa (Cruz, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período considerado (1991 a 1996), observou-se uma taxa média de substituição das linhagens nos experimentos de 31%, o que indica dinamismo do programa de melhoramento (Tabela 2). Por outro lado, a taxa média de manutenção de 38% possibilita uma boa estimativa da variação do ambiente entre os anos de avaliação, uma vez que o efeito ambiental é função do contraste entre as linhagens comuns aos anos considerados. Assim sendo, quanto maior o número de tratamentos comuns a cada par de anos, melhor será a estimativa do efeito ambiental. Aliás, essa condição é muito relevante na metodologia proposta por Vencovsky et al. (1986) para estimar o ganho genético. Na Tabela 3,

visualiza-se que, em geral, o número de linhagens comuns foi bom, com exceção do par de anos 1994/95. Soares (1992) verificou taxas mais elevadas de substituição de linhagens (44%), evidenciando alta vitalidade do programa de melhoramento do arroz-de-sequeiro em Minas Gerais. Além disso, observou uma taxa média de manutenção de 56%.

O ganho genético médio estimado pela metodologia de Vencovsky et al. (1986) foi de 78,90 kg ha⁻¹. Este ganho corresponde a um aumento de 2,45% por ano na produtividade, sendo que 63,21% dos progressos brutos são devidos ao melhoramento genético (Tabela 4). Na metodologia proposta por Fernandes (1988), o ganho genético médio foi de 96,93 kg ha⁻¹, representando um incremento de 3,02% por ano na produtividade, sendo 67,85% dos progressos brutos devidos ao melhoramento genético (Tabela 4). A diferença nas estimativas obtidas pelos dois métodos ocorreu porque a metodologia de Vencovsky et al. (1986) considera os genótipos que são comuns de um ano para outro,

TABELA 1. Número de linhagens e de repetições, espaçamento entre covas, área total da parcela e área útil da parcela dos Ensaios Comparativos Avançados, conduzidos no período de 1991 a 1996, no Amapá.

Ano	Nº de repetições	Nº de linhagens	Espaçamento entre covas (m)	Área total da parcela (m ²)	Área útil da parcela (m ²)
1991	4	20	0,30 x 0,30	7,65	4,05
1992	5	19	0,30 x 0,30	9,18	5,40
1993	5	18	0,30 x 0,30	9,18	5,40
1994	4	19	0,25 x 0,25	7,50	4,00
1995	4	23	0,30 x 0,30	9,18	5,40
1996	4	21	0,25 x 0,25	7,50	4,50

TABELA 2. Taxas de substituição das linhagens (%), no período de 1991 a 1996.

Anos	Inclusão	Exclusão	Manutenção	Renovação
1992/1991	0,28	0,32	0,39	0,42
1993/1992	0,21	0,25	0,54	0,28
1994/1993	0,28	0,24	0,48	0,39
1995/1994	0,50	0,39	0,10	0,83
1996/1995	0,28	0,34	0,37	0,43
Média	0,31	0,31	0,38	0,46

enquanto a metodologia de Fernandes (1988) considera os genótipos não comuns. Segundo Fernandes & Frazon (1997), no método de Vencovsky et al. (1986) o ganho genético é diluído entre cada par de anos, sendo menor quando os genótipos comuns não diferem em produção. Esses autores ainda comentam que o método de Fernandes (1988) é mais relacionado com o conceito clássico de ganho genético, pois ele considera o esforço das empresas privadas e públicas na obtenção de materiais mais produtivos e reflete o quanto as novas cultivares são, em média,

superiores às que foram substituídas nos ensaios. Devido a essas razões, Fernandes & Frazon (1997) recomendam a utilização da metodologia proposta por Fernandes (1988) para estimação do ganho genético.

Contudo, segundo Arias (1996), a metodologia de Vencovsky et al. (1986) reflete melhor as condições prevalentes no campo, ou seja, anualmente são recomendados certo número de materiais, porém somente uma parte dos agricultores, os mais inovadores, adotam os novos. Uma parcela considerá-

TABELA 3. Número de linhagens e produtividade (kg ha⁻¹) das linhagens novas, mantidas, excluídas e avaliadas em cada ano¹.

Anos	I	M	E	T	MI	MM	ME	MT
1991	0	11	9	20	0	3.689	2.997	3.377
1992	8	13	6	19	1.627	1.617	1.496	1.579
1993	5	12	6	18	3.520	3.497	2.839	3.277
1994	7	4	15	19	2.617	3.051	3.201	3.169
1995	19	12	11	23	1.961	2.104	1.849	1.982
1996	9	21	0	21	5.762	5.900	0	5.900

¹ I: número de linhagens novas em relação ao ano anterior; M: número de linhagens mantidas para avaliação no ano posterior; E: número de linhagens excluídas da avaliação no ano posterior; T: número de linhagens avaliadas no ano; MI: produtividade das linhagens novas (renovadas) em relação ao ano posterior; MM: produtividade das linhagens mantidas para avaliação no ano posterior; ME: produtividade das linhagens excluídas da avaliação no ano posterior; MT: produtividade das linhagens avaliadas no ano.

TABELA 4. Ganhos genéticos anuais e balanço do ganho genético do programa de avaliação e seleção de linhagens pelos métodos de Vencovsky et al. (1986) e de Fernandes (1988)¹.

Anos	Vencovsky et al. (1986)			Fernandes (1988)		
	DB	EA	DG	DB	EA	DG
1992/1991	-1.798,48	-2.144,54	346,07	-1.750,70	-2.144,54	393,85
1993/1992	1.698,42	1.566,54	131,88	1.941,33	1.566,54	374,79
1994/1993	-108,10	-5,50	-102,60	-660,03	-5,50	-654,53
1995/1994	-1.187,31	-971,00	-216,31	-1.207,89	-971,00	-236,89
1996/1995	3.917,90	3.899,58	19,32	3.779,52	3.899,58	-120,06
Ganhos	Média (kg ha ⁻¹)	Proporção (%)		Média (kg ha ⁻¹)	Proporção (%)	
Genético	78,90	63,21		96,93	67,85	
Ambiental	45,93	36,79		45,93	32,15	
Total	124,83	100,00		142,86	100,00	

¹ DB: diferença bruta; EA: efeito ambiental; DG: diferença genética (ganho genético).

vel decide continuar com os materiais utilizados nos anos anteriores. Como a metodologia de Fernandes (1988) não considera o aspecto da comercialização, o autor sugere obter as duas estimativas para se ter uma amplitude do ganho que provavelmente ocorreu.

Estes resultados evidenciam que os esforços empreendidos na busca de cultivares adaptadas e produtivas têm produzido resultados expressivos no programa de avaliação e seleção de linhagens de arroz de várzea úmida da Embrapa-CPAF-Amapá.

CONCLUSÕES

1. Os ganhos genéticos anuais em relação a produtividade do arroz de várzea úmida no Estado do Amapá de 78,9 kg ha⁻¹ (2,45%) pelo método de Vencovsky et al. (1986) e de 96,93 kg ha⁻¹ (3,02%) pelo método de Fernandes (1988) são considerados elevados.

2. A avaliação e seleção de linhagens com potencial para serem utilizadas como cultivares em plantios comerciais é uma estratégia eficiente para o aumento da produtividade anual do arroz de várzea úmida no Amapá.

REFERÊNCIAS

- ABBUD, N.S. **Melhoramento genético do arroz (*Oryza sativa* L.) no Estado do Paraná de 1975 a 1989**. Piracicaba : ESALQ, 1991. 141p. Tese de Doutorado.
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas Regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.105-112, jan. 1994.
- ARIAS, E.R.A. **Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94**. Lavras : UFLA, 1996. 118p. Tese de Doutorado.
- BRESEGHELLO, F. **Ganhos para produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil**. Goiânia : UFG, 1995. 93p. Dissertação de Mestrado.
- CARVALHO, L.P. de; BARBOSA, M.H.P.; COSTA, J.N. da; FARIAS, F.J.C.; SANTANA, J.C.F. de; ANDRADE, F.P. de. Progresso genético do algodoeiro herbáceo no Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.283-291, mar. 1997.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa : UFV, 1997. 442p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Programa Nacional de Avaliação de Linhagens de Arroz**. Goiânia, 1994. 19p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 41).
- FERNANDES, J.S.C. **Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na Região Centro Sul do Brasil**. Piracicaba : ESALQ, 1988. 94p. Dissertação de Mestrado.
- FERNANDES, J.S.C.; FRAZON, J.F. Thirty years of genetic progress in maize (*Zea mays* L.) in a tropical environment. **Maydica**, Bergamo, v.42, p.21-27, 1997.
- RODRIGUES, J.A.S. **Progresso genético e potencial de risco da cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no Brasil**. Piracicaba : ESALQ, 1990. 171p. Tese de Doutorado.
- SOARES, A.A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado da década de oitenta em Minas Gerais**. Lavras : ESAL, 1992. 188p. Tese de Doutorado.
- TOLEDO, J.F.F. de; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A. de S.; MENOSSO, O.G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.89-94, jan. 1990.
- VENCOVSKY, R.; MORAIS, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 9., 1986, Belo Horizonte. **Anais**. Sete Lagoas : Embrapa-CNPMS, 1986. p.300-307.