

Identificação de genótipos de arroz para terras altas na Região Baixo Parnaíba Maranhense¹

Identification of genotypes of high land rice in the Region of the Baixo Parnaíba Maranhense

Ricardo Gonçalves Silva^{2*}, Emmanuel Arnhold³, Clemilton Alves da Silva⁴, Francisco Charles dos Santos Silva⁴ e Ricardo de Normandes Valadares⁵

Resumo - Com o objetivo de identificar genótipos superiores, foram instalados dois experimentos com 16 genótipos, cada, visando à recomendação de cultivares de arroz de terras altas para os agricultores da Região do Baixo Parnaíba Maranhense. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por seis linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, com uma densidade de 60 sementes por metro linear. Como área útil foram aproveitadas as quatro linhas centrais, onde foi avaliado o peso de grãos por parcela. O trabalho permitiu concluir que: os genótipos de arroz avaliados possuem elevada variabilidade genética, revelando uma excelente fonte de germoplasma; a interação genótipos e ambientes não foi significativa indicando que o comportamento dos genótipos foi invariante nos locais; e os genótipos INT 231, INT 223, SBT 70 e Sertaneja são promissores para a recomendação de cultivo na Região do Baixo Parnaíba Maranhense.

Palavras-chave - Seleção. Parâmetros genéticos. Rendimento de grãos.

Abstract - To evaluate the productive performance and estimate the genetic parameters, phenotypic parameters and identify higher genotypes, seeking the recommendation of more productive cultivars of rice for the farmers of the uplands of the Region of the Baixo Parnaíba Maranhão, were installed two experiments with 16 genotypes each. It was used the experimental design of blocks at random, with four replications. The experimental plot was formed by six lines 5.0 m long, spaced of 0.45 m, with a density of 60 seeds per linear meter. As useful area, were used only the four central ranks. The work conclusions were: the genotypes of rice valued have high genetic variability, revealing an excellent source of germplasm the interaction genotypes and environment was not significant indicating that the behavior of genotypes was invariant in places, and that the genotypes INT 231, INT 223, SBT 70 and Sertaneja are promising for the recommendation of cultivation in the Region of the Baixo Parnaíba Maranhense.

Key words - Selection. Genetic parameters. Grain yield.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 28/07/2008; aprovado em 12/08/2009

Pesquisa financiada pelo CNPq

²Centro de Ciências Agrárias e Ambientais/UFMA, Caixa Postal: 17, Chapadinha-MA, Brasil, 65.500-000, rgsilva@pq.cnpq.br

³Centro de Ciências Agrárias e Ambientais/UFMA, Chapadinha-MA, Brasil, earnhold@pq.cnpq.br

⁴Bolsista PIBIC-CNPq, CCAA/UFMA, Chapadinha-MA, clemiltonalves@hotmail.com, fcsantossilva-ma@hotmail.com

⁵Bolsista PIBIC-FAPEMA, CCAA/UFMA, Chapadinha-MA, normandesvaladares@hotmail.com

Introdução

O Estado do Maranhão é o maior produtor de arroz da região Nordeste, ocupando o terceiro lugar em valor de produção no Brasil, 719.000 t, na safra 2007/2008 (CONAB, 2008), sendo superado apenas pelos Estados do Rio Grande Sul e Santa Catarina.

A Mesorregião Leste Maranhense ocupa lugar de destaque na produção desse grão com 28,53% da área colhida e uma produção de 24,81% da produção estadual. Dentro dessa Mesorregião, destaca-se a região do Baixo Parnaíba Maranhense, que compreende 13 municípios, que representam 15% da área colhida e 12% da produção estadual para a cultura do arroz (SANTOS, 2006).

A maior parte da produção de arroz é obtida nos sistemas de cultivo praticados em agricultura familiar ou pelos pequenos produtores, que não fazem uso de tecnologia e utilizam um elevado número de cultivares tradicionais ou nativas, com baixa adaptação ou pouco melhoradas (CARDOSO; RIBEIRO, 2006; FONSECA et al., 2004).

Segundo Nunes et al. (2002), a principal maneira de estudar o comportamento de cultivares é por meio de ensaios de competição, instalados em diferentes anos e ambientes.

Em programas de melhoramento, especificamente na etapa de lançamento de cultivares, é de fundamental importância o conhecimento da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, visando-se amenizar os efeitos da interação genótipos x ambientes (FREIRE FILHO et al., 2005).

Além da adaptabilidade e estabilidade, a análise de parâmetros genéticos é de grande importância, pois as informações provenientes do componente de variância genotípica, herdabilidade e índice de variação são essenciais ao melhorista para inferências sobre os ganhos a serem alcançados com a seleção (SOBIERAJSKI et al., 2006).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo identificar genótipos superiores, visando a recomendação de cultivares de arroz mais produtivas para os agricultores da Região do Baixo Parnaíba Maranhense.

Material e métodos

Foram utilizados 16 genótipos de arroz, sendo 13 linhagens do programa de melhoramento de arroz do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique Pour le Développement (CIRAD) e três cultivares comerciais (Primavera, Sertaneja e Arariba) utilizadas como testemunhas. Cada experimento foi constituído de 16 tratamentos.

Em fevereiro de 2008, os experimentos foram instalados na Fazenda Paludo, no município de Anapurus, MA, com latitude 3°0'18"S, longitude de 43°6'5"O e altitude de 82 m, e na Fazenda Costa Beber, em Brejo, MA, com 3°1'4"S de latitude, 42°5'1"O de longitude e altitude de 55 m.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por seis linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, com uma densidade de 60 sementes por metro linear. Como área útil, foi considerada apenas as quatro linhas centrais. Nos dois locais, a adubação de semeadura foi realizada com 350 kg ha⁻¹ da fórmula 04-28-16 + micronutrientes. A adubação de cobertura foi realizada aos 35 dias após a emergência das plântulas utilizando-se 100 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20. Realizou-se também, o controle de plantas invasoras por meio da aplicação de herbicidas (Basagran na dose de 1,2 L ha⁻¹ e Propanil na dose de 10 L ha⁻¹) e aplicação via foliar do micronutriente Ubyfol florada na dosagem de 1 kg ha⁻¹, aos 45 dias após a emergência.

Foi avaliado rendimento de grãos por parcela, corrigido para 13% de umidade. O rendimento de grãos parcela⁻¹ foi transformado para rendimento de grãos hectare⁻¹.

Realizou-se a análise de variância individual e conjunta, para o rendimento de grãos. Para esta finalidade utilizou-se o Programa GENES (CRUZ, 2006). As comparações entre as médias dos genótipos foram realizadas pelo teste de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), ao nível de 5% de probabilidade.

A partir das análises de variância, foram estimadas a variância genética (σ_G^2), fenotípica (σ_F^2) e de ambiente (σ^2), herdabilidade (h^2), ganho esperado com a seleção (Δ_G), coeficiente de variação genotípica (CV_G), coeficiente de variação experimental (CV_e) e índice de variação (I_v) pelas seguintes expressões apresentadas por Cruz (2006):

$$\hat{\sigma}_G^2 = \left(\frac{QMG - QME}{r} \right) \quad (1)$$

onde,

(σ_G^2) - estimativa da variância genética;

QMG - quadrado médio de genótipo;

QME - quadrado médio do resíduo (erro);

r - número de repetições.

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{QMG}{r} \quad (2)$$

(σ_F^2) - estimativa da variância fenotípica;

QMG - quadrado médio de genótipo;

r - número de repetições.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{QME}{r} \quad (3)$$

onde,

(σ^2) - estimativa da variância de ambiente;

QME - quadrado médio do resíduo (erro);

r - número de repetições.

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} \quad (4)$$

onde,

h^2 - estimativa da herdabilidade;

(σ_G^2) - estimativa da variância genética;

(σ_F^2) - estimativa da variância fenotípica.

$$\Delta_G = i \sigma_G h \quad (5)$$

onde,

Δ_G - ganho esperado com a seleção;

i - diferencial de seleção estandardizado (15% de seleção; $i = 1,5575$);

(σ_G) - estimativa da desvio-padrão da variância genética;

h - raiz quadrada da herdabilidade.

$$\hat{CV}_G = \frac{(100 \sqrt{\sigma_G^2})}{m} \quad (6)$$

onde,

CV_G - coeficiente de variação genotípica;

(σ_G^2) - estimativa da variância genética;

m - média.

$$I_v = \sqrt{\frac{\sigma_G^2}{\sigma^2}} \quad (7)$$

onde,

I_v - índice de variação;

(σ_G^2) - estimativa da variância genética;

(σ^2) - estimativa da variância de ambiente.

Resultados e discussão

A análise de variância para o caráter rendimento de grãos dos 16 genótipos avaliados nos dois ambientes (Tabela 1) revela que os efeitos de genótipos conjunto e por ambiente, apresentaram variações significativas. Os coeficientes de variação oscilaram de 10,37% a 18,98%, conferindo boa precisão aos experimentos (GOMES, 1990). Valores dessa natureza foram encontrados por Moura Neto et al. (2002) ao avaliarem o desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. Em condições de irrigação, Pereira e Rangel (2001) encontram coeficientes de variação oscilando entre 9,0 e 11,7%.

As estimativas dos parâmetros genéticos obtidas para o rendimento de grãos (kg ha^{-1}), considerando-se a análise conjunta e os ensaios conduzidos em Anapurus e Brejo, são apresentadas na Tabela 2. Além das estimativas das variâncias fenotípicas, de ambiente e genética, foi estimado também o coeficiente de variação genético. Segundo Dudley e Moll (1969), muitas questões sobre programas de melhoramento podem ser respondidas pelas estimativas da variância genética e da herdabilidade. A estimativa deste coeficiente de variação genético possibilita obter informação mais precisa sobre a participação do ambiente no processo de identificação de genótipos superiores, por meio da seleção direta do caráter em estudo.

Para a análise conjunta, a estimativa de variância genética foi de 421.718,494, no experimento conduzido em Anapurus, a estimativa da variância genética foi de 399.778,696 e, em Brejo, foi de 554.556,721. Quanto às estimativas de herdabilidade, estas foram 87,90%, 93,38%, 85,63% na análise conjunta e nos experimentos conduzidos em Anapurus e Brejo, respectivamente. Tais estimativas podem ser consideradas altas. Coeficientes de herdabilidade mais elevados podem ser associados com maior variância genética aditiva, menor variação ambiental e menor interação genótipo e ambiente (FEHR, 1987). Para o rendimento de grãos, foi observado que a estimativa de variância genética respondeu por mais de 93% e 85% da variação fenotípica em Anapurus e Brejo, respectivamente, considerando-se a interação genótipo e ambiente nula. O alto grau de variabilidade genética observado entre as linhagens sugere que métodos de melhoramento simples possam ser utilizados, proporcionando ganho genético considerável na seleção.

Na análise conjunta, a estimativa do ganho genético com a seleção de 15% dos genótipos foi de 948 kg ha^{-1} (22,69%). Para o experimento conduzido em Anapurus, a estimativa do ganho genético com seleção de 15% genótipos foi de 952 kg ha^{-1} (22,68%) e em Brejo 1.073 kg ha^{-1} (25,03%). Esses resultados são superiores

Tabela 1 - Resumo das análises de variâncias individuais e conjuntas para o caráter rendimento de grãos envolvendo 16 genótipos de arroz, na Região do Baixo Parnaíba Maranhense, no ano agrícola 2008

F.V.	G.L.	Quadrado Médio dos Ambientes		
		CONJUNTA	ANAPURUS	BREJO
Genótipos (G)	15	3.838.299,631*	1.712.526,457*	2.590.324,849*
Ambientes (A)	1	34.191,125 ^{n.s.}		
G*A	15	464.551,675 ^{n.s.}		
Erro	96	366.640,922	113.411,671	372.097,963
Média (kg.ha ⁻¹)		3.230	3.246	3.214
(CV _e) (%)		18,74	10,37	18,98

* Significativo e ^{n.s.}; Não Significativo (p<0,05)

Tabela 2 - Estimativas da variância genética (σ_G^2), variância da interação genótipo ambiente (σ_{G*A}^2), variância fenotípica (σ_F^2) e da variância ambiental (σ^2), herdabilidade (h²), ganho esperado com a seleção (Δ_G), coeficiente de variação genotípica (CV_G) e índice de variação (I_v) para o caráter rendimento de grãos (kg ha⁻¹) envolvendo 16 genótipos de arroz, na Região do Baixo Parnaíba Maranhense, no ano agrícola 2008

Parâmetros	CONJUNTA	ANAPURUS	BREJO
(σ_G^2)	421.718,494	399.778,696	554.556,721
(σ_{G*A}^2)	24.477,688		
(σ_F^2)		428.131,614	647.581,212
(σ^2)	366.640,922	28.352,918	93.024,491
h ² (%)	87,897	93,377	85,635
(CV _G) (%)	20,105	19,476	23,172
(Δ_G)	948	952	1073
(Δ_G) %	22,69	22,68	25,03
I _v (CV _G)/(CV _e)	1,072	1,877	1,221

aos relatados por Soares et al. (1995); Santos et al. (1999) e Rangel et al. (2000), estudando o comportamento de genótipos de arroz em condições de irrigação e Atroch et al. (2000) estudando comportamento de arroz de sequeiro.

Vencovsky (1987) propôs a utilização do índice de variação (CV_G/CV_e), que dá a proporção da variância genética em relação ao erro residual, não havendo, portanto, influência da média populacional. Observando a Tabela 2, na análise conjunta o índice (CV_G/CV_e) foi de 1,072. No experimento conduzido em Anapurus, o valor do índice (CV_G/CV_e) foi de 1,877, enquanto que em Brejo foi de 1,221, demonstrando suficiente variabilidade genética a ser aproveitada com a continuidade do programa de melhoramento. Estimativas do coeficiente de herdabilidade

altos e do índice de variação (CV_G/CV_e), superior a uma unidade para rendimento grãos, conferem a possibilidade de êxito com a seleção para o caráter em estudo.

O resultado da análise de variância conjunta (Tabela 1), para o rendimento de grãos não foi significativo para a interação genótipos e ambientes indicando que o comportamento dos genótipos foi invariante nos dois locais de avaliação.

Na Tabela 3, encontram-se os resultados do teste de Scott-Knott, para a característica rendimento de grãos, da análise conjunta e dos dois ambientes individuais.

Na análise conjunta, o rendimento dos três genótipos mais produtivos variou de 3.843 a 4.584 kg ha⁻¹. Os genótipos selecionados foram INT 231 (4.584 kg ha⁻¹), INT

223 (3.864 kg ha⁻¹) e Sertaneja (3.843 kg ha⁻¹). Observou-se que dos três genótipos selecionados, dois (INT 231 e Sertaneja) são comuns aos dois locais, representando 67% dos genótipos selecionados. A média geral dos 16

genótipos, avaliados em conjunto foi de 3.230 kg ha⁻¹, enquanto que a média dos 15% genótipos selecionados foi de 4.097 kg ha⁻¹, sendo esta aproximadamente 26% superior à média geral e 150% superior à média do Estado

Tabela 3 - Teste de Scott-Knott, do rendimento de grãos (análise conjunta e dos locais Anapurus e Brejo), de 16 genótipos de arroz, avaliados na Região do Baixo Parnaíba Maranhense, no ano agrícola de 2008

Genótipo	Rendimento de grãos em kg.ha ⁻¹		
	CONJUNTA ¹	ANAPURUS ¹	BREJO ¹
Arariba	3.509 a	3.315 b	3.703 a
Primavera	2.669 b	3.131 c	2.206 b
Sertaneja	3.843 a*	3.776 b*	3.910 a*
INT 231	4.584 a*	4.621 a*	4.547 a*
SBT 224 (Aromática)	1.876 b	1.811 d	1.940 b
SBT 70	3.817 a	3.911 b*	3.723 a
GZ 88	3.308 a	3.452 b	3.163 a
GZ 85	2.670 b	3.099 c	2.241 b
INT 223	3.864 a*	3.484 b	4.243 a*
SBT 172	2.886 b	2.795 c	2.976 b
SBT 95	3.711 a	3.754 b	3.667 a
SBT 89	3.030 b	2.726 c	3.334 a
SBT 25 (Aromática)	3.303 a	3.458 b	3.148 a
SBT 33 (Aromática)	2.344 b	2.608 c	2.079 b
SBT 93	3.631 a	3.389 b	3.873 a
SBT 28 (Aromática)	2.636 b	2.610 c	2.663 b
Média geral dos genótipos	3.230	3.246	3.214
Média dos genótipos selecionados	4.097	4.103	4.233

¹As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si significativamente, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott. * Genótipos selecionados

do Maranhão, que de acordo com a CONAB (2008), na safra 2007/2008 foi de 1.409 kg ha⁻¹. O genótipo INT 231 destacou-se nos dois locais, alcançando produtividades superiores a 40% da média geral dos ensaios. Soares et al. (2004) recomendam cultivares com potencial produtivo semelhante, no Estado de Minas Gerais.

Observa-se que o genótipo SBT 70 apresentou rendimento médio de grãos superior à média geral, no entanto, este genótipo foi selecionado apenas no experimento conduzido em Anapurus.

Portanto, verificou-se que os genótipos INT 231, INT 223, Sertaneja e SBT 70 apresentaram um bom comportamento

produtivo nos dois locais, sendo promissores para o cultivo na Região do Baixo Parnaíba Maranhense.

Conclusões

1. Os genótipos de arroz avaliados nesse trabalho possuem elevada variabilidade genética, revelando uma excelente fonte de germoplasma para programas de melhoramento;
2. A interação genótipos e ambientes não foi significativa indicando que o comportamento dos genótipos foi invariante nesses locais;
3. Os genótipos INT 231, INT 223, SBT 70 e Sertaneja são promissores para o cultivo na Região do Baixo Parnaíba Maranhense.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq o suporte financeiro dado a essa pesquisa e às bolsas de Iniciação Científica e a FAPEMA pelas bolsas de Iniciação Científica.

Referências

ATROCH, A. L.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 03, p. 541-548, 2000.

ATROCH, A. L. **Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro avaliadas em Minas Gerais no período de 1993/94 a 1995/96**. 1999. 67 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRAGANTINI, C.; GUIMARÃES, E. P.; CUTRIM, V. A. Produção de sementes macho-estéreis em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 02, p. 273-277, 2001.

CARDOSO, J. M.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônomo do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função dos espaçamentos entre linhas e densidade de plantas sob regime sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 01, p. 102-105, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Indicadores da Agropecuária**, v. 17, n. 04, p. 07, 2008.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285 p.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. **Crop Science**, v. 09, n. 02, p. 257-261, 1969.

FEHR, W. R. **Principles of cultivars development**. New York: Macmillan, 1987, 536 p.

FONSECA, J. R. *et al.* Descritores morfoagronômicos e fenológicos de cultivares tradicionais de arroz coletados no Maranhão. **Revista Ceres**, v. 60, n. 293, p. 45-56, 2004.

FREIRE FILHO, F. R. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v. 35, n. 01, p. 24-30, 2005.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990, 468 p.

MOURA NETO, F. P. M.; SOARES, A. A.; AIDAR, H. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 05, p. 904-910, 2002.

NUNES, H. V. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca por meio de dois métodos de classificação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 01, n. 01, p. 78-88, 2002.

PEREIRA, J. A.; RANGEL, P. H. N. Produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 03, p. 569-575, 2001.

RANGEL, P. H. N. *et al.* Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético de arroz irrigado no Meio-Norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 08, p. 1595-1604, 2000.

SANTOS, R. R. S. Sistema de produção de arroz, para apoiar o desenvolvimento sócio-econômico da Agricultura Familiar da Baixada Maranhense. **Boletim Técnico**, n. 01, 2006, 34 p.

SANTOS, P. G. *et al.* Avaliação do progresso genético obtido em 22 anos no melhoramento de arroz irrigado em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 10, p. 1889-1896, 1999.

SOARES, P. C. *et al.* Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 222, p. 25-34, 2004.

SOARES, P. C. *et al.* Avaliação de genótipos de arroz em várzeas, com e sem irrigação controlada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 04, p. 489-496, 1995.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 03, p. 507-512, 1974.

SOBIERAJSKI, G. R.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Estimates of genetic parameters in Mimosa scabrella populations by random and mixed reproduction models. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 06, n. 01, p. 47-54, 2006.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 3, p.122-201.