

ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO NOS ESTADOS DE ALAGOAS E DE PERNAMBUCO ¹

FERNANDO GOMES DA SILVA²
CLODOALDO JOSÉ DA ANUNCIÇÃO FILHO³ e JOSÉ NILDO TABOSA⁴

RESUMO - Foi avaliado o comportamento de onze genótipos de arroz (*Oriza sativa L.*) irrigado em oito ambientes de Alagoas e de Pernambuco, nos anos agrícolas de 1986/87, 1987/88, 1988/89, 1989/90 e 1990/91, objetivando o estudo da estabilidade da produção de grãos. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições e onze tratamentos. A interação genótipos x ambientes foi altamente significativa. A maior parte da variação que refletiu na estabilidade deveu-se à regressão linear e aos desvios da função linear das médias dos ambientes. Os genótipos EPEAL 101, EPEAL 102 e CNA-4899 apresentaram-se como os mais estáveis em relação à produção de grãos, com respostas previsíveis às mudanças introduzidas nos ambientes. Os genótipos CNA-4893, CNA-3916 e METICA 1 mostraram diferenças significativas em relação ao coeficiente de regressão, caracterizando, desse modo, baixa estabilidade da produção de grãos. O genótipo EPEAL 101 foi o mais promissor em termos de estabilidade e previsibilidade de comportamento, embora tenha apresentado uma baixa produção média de grãos. O genótipo EPEAL 102 revelou o melhor desempenho em termos de produção média de grãos (8.469 kg/ha) e o genótipo CNA-3916 o pior desempenho (7.122 kg/ha).

Termos para indexação: melhoramento genético, interação genótipo x ambiente, qualidade de grãos.

GRAIN YIELD STABILITY OF IRRIGATED RICE IN ALAGOAS AND PERNAMBUCO STATES

ABSTRACT - From 1986/87 to 1990/91, the performance of eleven irrigated rice genotypes were studied and evaluated in Pernambuco and Alagoas State, in Brasil. The main objective of this work was to study the genotypes environment interaction and the phenotypic stability to grain yield. The experimental design was casualized blocks with three replications and eleven treatments. The grain production responded to environmental variabilities in a predominantly linear form. On this way, the genotypes EPEAL 101, EPEAL 102 and CNA-4899 showed the greater stability in relation to grain yield, with good conditios to response introduced changes into environment. The genotypes CNA-4893, CNA-3916 and METICA 1 showed significative difference concerning to regression coefficient, ratifying low stability to grain yield. The genotype EPEAL 101 became the most promissory one in the study of stability, even showing a low production of grain. On the other hand, the genotype EPEAL 102 was the most productive in grain (8.469 kg/ha) and the CNA-3916 presented the worst performance (7.122 kg/ha).

Index terms: plant breeding, genotype x environment interaction, grain quality.

INTRODUÇÃO

¹ Aceito para publicação em 21 de dezembro de 1994.

Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentado à Univ. Fed. Rural de Pernambuco, com o apoio do CNPq / EPEAL / EMBRAPA / IPA.

² Eng. Agr., M. Sc., EPEAL, Caixa Postal 699, CEP 57018-330 Bebedouro, Maceió, AL.

³ Eng. Agr., Dr. Sc., Dep. de Agron., UFRPE, CEP 52171-900 Dois Irmãos, Recife, PE.

⁴ Eng. Agr., M. Sc., IPA, Bolsista do CNPq, Caixa Postal 1022, CEP 50761-000 Bongi, Recife, PE.

O arroz irrigado é responsável por 38% da produção de arroz no Brasil. O rendimento médio atinge 4.600 kg/ha, comparável à produtividade dos países desenvolvidos.

Nos Estados de Alagoas e Pernambuco, é cultivado nos perímetros irrigados, localizados ao longo do rio São Francisco (Rangel et al., 1992), com a particularidade de se poder fazer duas safras anuais.

O comportamento diferencial dos genótipos, frente às variações ambientais, acarreta oscilações identificáveis em estudos mais detalhados da interação genótipo x ambiente (Allard & Bradshaw, 1964; Hill, 1975).

Com o objetivo de estudar a estabilidade da produção de grãos, foram avaliados onze genótipos de arroz irrigado em três ambientes em Alagoas, e cinco ambientes em Pernambuco. Os ambientes foram por locais e anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos utilizados para a realização deste trabalho foram oriundos de oito ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Alagoas - EPEAL, e da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, sendo eles CNA-3897, CNA-3776, CNA-4899, CNA-4893, CNA-3753, CNA-3916, CNA-4212, (originários do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - EMBRAPA), METICA 1, CICA 8, EPEAL 101 e EPEAL 102 (originários do Centro Nacional de Agricultura Tropical - CIAT), no total de onze genótipos. Alguns destes genótipos selecionados já são recomendados para cultivo como CICA 8 e METICA 1 em Pernambuco, e EPEAL 102, EPEAL 101 e CICA 8 em Alagoas. Os demais foram incluídos por serem promissores, dada as suas características agrônômicas como: alta produtividade, boa qualidade dos grãos beneficiados e tolerância às principais pragas e doenças que afetam a cultura. Os ensaios de Alagoas foram conduzidos no Campo Experimental de Penedo, pertencente à EPEAL.

Este campo Experimental está localizado no Vale do Marituba, região fisiográfica de Penedo. O clima da região, segundo Köppen, citado por Fonseca et al., (1988) é As, tropical chuvoso, com verão seco. As maiores precipitações ocorrem durante o mês de maio, prolongando-se o período chuvoso até julho, com uma precipitação pluviométrica anual entre 1.000 a 1.100 mm. A temperatura média anual é de 25° C. Durante os meses mais quentes do período seco, a temperatura varia de 24° C a 28° C, e no período chuvoso, de 20° C a 22° C. A evaporação média anual oscila entre 1.000 a 1.200 mm e a evapotranspiração de 1.400 a 2.000 mm. A umidade relativa do ar, média, é de 76% e a insolação é em torno de 2.700 horas/ano. O Campo Experimental está situado numa latitude de 10° 17' 00" S, longitude de 36° 35' 00" W, e altitude de 28 m acima do nível do mar. O solo é hidromórfico, devido, provavelmente, à presença do lençol freático próximo da superfície durante a maior parte do ano, influenciando, desta

forma, suas propriedades físicas, químicas, e biológicas. Os ensaios de Pernambuco foram conduzidos no Campo Experimental de Belém do São Francisco, na ilha de Jatinã, microrregião homogênea do Sertão Pernambucano do São Francisco, pertencente ao IPA. O clima, segundo Thornthwait, citado por Encarnação (1980), é do tipo EdA'a, árido megatérmico. A temperatura média varia de 24° C a 28° C, a mínima oscila entre 19° C a 22° C e a máxima de 29° C a 35° C.

A precipitação pluviométrica média anual é de 550 mm, concentrada nos meses de janeiro a abril. A evaporação média anual varia de 2.600 a 2.800 mm e a umidade relativa do ar está em torno de 66,7 %. A insolação anual oscila de 3.100 a 3.500 horas. Está localizado numa latitude 8° 45' 00" S, longitude 38° 59' 00" W, e altitude de 305 m acima do nível do mar. Os experimentos foram conduzidos em solo classificado como aluvião eutrófico, argiloso, de fácil irrigação e drenagem, nos anos agrícolas de 1986/87, 1987/88, 1988/89, 1989/90 e 1990/91 no período de setembro a março. Em cada ambiente estudado, tanto em Alagoas como em Pernambuco, os ensaios foram delineados em blocos ao acaso, com três repetições e onze tratamentos (genótipos). A semeadura foi manual, na densidade de 70 a 80 sementes por metro linear. As parcelas foram constituídas de seis fileiras de 6 m de comprimento espaçadas entre si de 0,25 m, com área total de 9 m².

A área útil foi de 5 m², eliminando-se as duas fileiras laterais e 0,5 m nas extremidades, como bordadura. As práticas culturais utilizadas foram aquelas comumente recomendadas para a cultura, em ambos os locais. Os ensaios foram conduzidos sob regime de irrigação por inundação. Neste sistema, a cultura é irrigada continuamente e, controlada após a emergência das plântulas, com formação e manutenção da lâmina d'água, até a fase da maturação dos grãos. Para obtenção dos parâmetros de estabilidade, utilizou-se dados de produção em kg/ha. A análise de variância empregada obedeceu ao modelo proposto por Eberhart & Russell (1966).

A estabilidade da produção de grãos dos onze genótipos estudados foi medida pelos parâmetros: média geral (x), coeficiente de regressão linear (bi) e desvios de função linear (δ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta da variância para produção de grãos (TABELA 1) indicou, pelo teste de F, que houve significância dos efeitos genótipos, interação genótipos x ambientes, ambientes dentro de genótipos e ambiente linear. Evidenciando esses resultados, foram detectadas as seguintes características:

TABELA 1. Análise conjunta da variância da produção média de grãos (kg/ha) de onze genótipos de arroz irrigado em oito ambientes (locais e anos), segundo modelo em EBERHART, RUSSELL (1966).

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QM	F
Genótipo (G)	10	3.565.673,43	4,32**
Ambientes (A)	7	148.803.882,25	180,29**
Interação (G x A)	70	1.770.865,04	2,14**
Ambiente + Interação A + (G x A)	77	15.137.502,96	18,34**
Ambiente (linear)	1	334.107.569,20	65,00**
Genótipo x Ambiente (linear)	10	1.398.245,85	0,27**
Desvio Global	66	5.139.656,32	6,23**
Genótipos			
G1	6	599.624,00	0,73
G2	6	1.026.251,00	1,24
G3	6	478.854,70	0,58
G4	6	268.216,00	0,32
G5	6	490.841,40	0,59
G6	6	953.874,20	1,16
G7	6	531.612,00	0,64
G8	6	682.386,33	0,83
G9	6	204.628,00	0,25
G10	6	133.902,70	0,16
G11	6	282.762,70	0,34
Blocos / Ambientes	16		
Resíduo médio	160	825.367,31	
TOTAL	263		

Média Geral = 7.951,39 kg/ha

C. V. = 11,43 %

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

a. diferença genética entre genótipos estudados;
b. os coeficientes da regressão do grupo de genótipos estudados diferiram entre si;

c. houve grande influência dos ambientes dentro dos genótipos. Essa influência é explicada pela regressão linear, pois o valor de efeito de ambiente linear foi 239 vezes maior que o da interação com ambientes;

d. os desvios da função linear não foram significativamente diferentes de zero.

A produção média de grãos dos genótipos oscilou de 5.040 kg/ha em Penedo - Al, no ano agrícola de 1990/91, que foi o ambiente de menor produção, a 10.344 kg/ha em Belém do São Francisco - Pe, no ano agrícola de 1986/87, que foi o ambiente de maior produção. O genótipo EPEAL 102 apresentou a maior produção média de grãos e o genótipo CNA-3916 a menor produção (TABELA 2).

Os coeficientes da regressão dos genótipos (TABELA 2) em sua maioria não diferiram significativamente da unidade, indicando respostas lineares das produções destes sobre os ambientes estuda-

dos. Os genótipos CNA-3776, CNA-4212, CICA 8, EPEAL 101, EPEAL 102, e CNA-4899 mostraram produção superior ou igual à média geral, coeficientes de regressão próximos da unidade e desvios da regressão igual a zero, indicando alta estabilidade destes materiais frente às variações dos ambientes.

Os genótipos CNA-4893 e CNA-3753 apresentaram coeficientes da regressão significativos e maior que a unidade ($b_i > 1$) revelando baixa estabilidade e maior especificidade na adaptação a ambientes de alta produtividade. O genótipo CNA-3897, apesar de apresentar produção de grãos inferior à média geral, mostrou um coeficiente de regressão igual à unidade, indicando uma boa adaptação à maioria dos ambientes. O genótipo CNA-3916 apresentou o desempenho mais fraco dentre os materiais estudados, com produção inferior à média geral, coeficiente da regressão significativo e muito abaixo da unidade, revelando assim, adaptação às condições desfavoráveis de cultivo e não respondendo às melhorias introduzidas nos ambientes. Apresentou ainda, valores muito altos para variância dos desvios da regressão, indicando respostas não previsíveis às condições de cultivo. O genótipo METICA 1 apresentou um excelente potencial produtivo, coeficiente da regressão menor do que a unidade e variância dos desvios da regressão significativa, indicando maior adaptabilidade às condições desfavoráveis e respostas não previsíveis às oscilações ambientais (TABELA 2).

TABELA 2. Produção média de grãos em kg/ha (x), coeficiente da regressão (b_i), desvio da função linear (δ) de onze genótipos de arroz irrigado nos Estados de Alagoas e de Pernambuco.

GENÓTIPOS	\bar{x}^1	b_i	δ
EPEAL 102	8469a	0,98	423,78
METICA 1	8254ab	0,90*	761,06
CNA-4899	8223ab	0,91	612,93
CNA-4212	8199ab	1,01	654,55
CNA-4893	7954abc	1,17**	406,26
CICA 8	7954abc	1,08	318,52
CNA-3776	7935abc	0,94	960,77
EPEAL 101	7898abc	1,07	175,30
CNA-3753	7880abc	1,11*	622,63
CNA-3897	7528bc	1,07	704,60
CNA-3916	7122c	0,66**	922,33

¹ Média de oito ambientes

Média geral = 7.951 kg/ha

* e ** significativos a 5 % e 1 % respectivamente

Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

O genótipo EPEAL 101 apresentou o menor desvio da função linear e coeficiente da regressão semelhante à unidade revelando boa estabilidade de produção de grãos. Os resultados obtidos apresentaram certa concordância com aqueles encontrados por Moraes (1980), Silveira (1980) e Oyedokun (1985) em arroz, em termos de grandeza nas suas magnitudes. Na Fig. 1 verifica-se o desempenho dos genótipos, com relação à produção de grãos e os respectivos coeficientes da regressão linear, dentro do conceito de estabilidade fenotípica proposto por Eberhart & Russell (1966). Observa-se que os genótipos EPEAL 101, CNA-3776 e CICA 8 apresentaram coeficientes de regressão não diferindo da unidade, indicando boa estabilidade diante das variações ambientais e médias de produção semelhantes à média geral da produção de grãos. Os genótipos CNA-4893 e CNA-3753 apresentaram o mesmo comportamento quanto à produção de grãos, todavia os coeficientes da regressão foram significativos e maior que a unidade, indicando baixa estabilidade e adaptação a ambientes de alta produtividade. O genótipo CNA-3897, apesar de revelar uma produção de grãos inferior à média geral, mostrou um coeficiente da regressão igual à unidade, indicando uma boa adaptação à maioria dos ambientes. O genótipo CNA-3916, além de apresentar o pior desempenho quanto à produção de grãos, mostrou ainda coeficiente da regressão diferindo da unidade e de baixa magnitude, indicando assim adaptação às condições desfavoráveis de cultivo e não respondendo às melhorias ambientais. Os genótipos EPEAL 101 e CNA-4212 apresentaram produções de grãos superiores à média geral, além de coeficientes da regressão semelhantes à unidade, indicando boa estabilidade na produção de grãos. Os genótipos CNA-4899 e METICA 1 revelaram produção de grãos superior à média geral, sendo que o genótipo CNA-4899 mostrou coeficiente da regressão não diferindo da unidade, indicando boa estabilidade na produção de grãos, o genótipo METICA 1 apresentou coeficiente da regressão diferindo da unidade, revelando adaptação às condições desfavoráveis de cultivo, todavia mostrou resposta às melhorias ambientais, com produção acima da média geral.

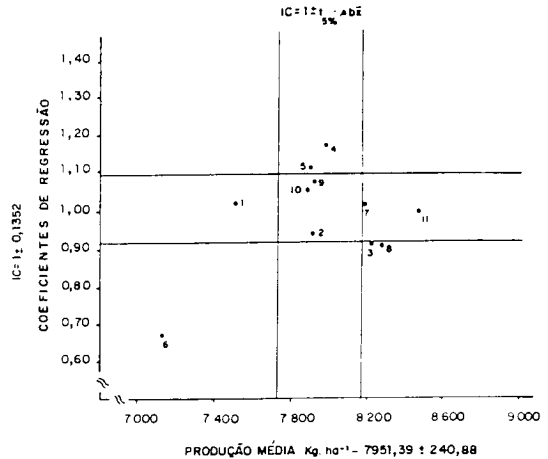


FIG. 1. Relação entre produção média de grãos e os coeficientes da regressão linear de onze genótipos de arroz irrigado em oito ambientes.

Os números indicam os genótipos:

1. CNA-3897 2. CNA-3776 3. CNA-4899
4. CNA-4893 5. CNA-3753 6. CNA-3916
7. CNA-4212 8. METICA 1 9. CICA 8
10. EPEAL 101 11. EPEAL 102

IC = Intervalo de Confiança.

CONCLUSÕES

1. O método utilizado para o estudo da estabilidade fenotípica mostrou-se adequado.
2. A utilização da estabilidade fenotípica permitiu mostrar com mais segurança que os genótipos EPEAL 101 e EPEAL 102 são adaptados aos ambientes do Baixo São Francisco - AL., e Submédio São Francisco - PE.
3. O genótipo EPEAL 102, recomendado para a Região do Baixo São Francisco, no Estado de Alagoas, apresentou a maior média de produção e um $b_i = 0,98$, caracterizando boa estabilidade fenotípica. Este material poderá também ser recomendado para a Região do Submédio São Francisco, no Estado de Pernambuco.
4. O genótipo METICA 1, que apresentou uma produção média de grãos similar ao genótipo EPEAL 102, além de ser adaptado a ambientes mais pobres, mostrou respostas não previsíveis às variações ambientais.

5. Os genótipos CNA-4899 e CNA-4212 apresentaram bom potencial produtivo e elevados desvios da regressão e revelaram também respostas imprevisíveis às variações ambientais. Sugere-se que sejam utilizados em programas de melhoramento de arroz irrigado.

6. Os genótipos CNA-4893 e CNA-3753 exibiram respostas a ambientes muito favoráveis e comportamentos imprevisíveis às oscilações ambientais. Poderão ser utilizados em programas de melhoramento de arroz irrigado.

7. O genótipo CICA 8 apresentou nas condições do Baixo São Francisco - AL quebra da resistência às principais doenças que afetam a cultura do arroz irrigado, implicando nas baixas produções de grãos. Nas condições do submédio São Francisco - PE, não ocorreu a quebra da resistência às doenças, fato que explica as altas produções de grãos e respostas previsíveis as variações ambientais exibidas pelo genótipo.

8. Nas condições do submédio São Francisco - PE, todos os genótipos estudados apresentaram as maiores produções de grãos, caracterizando um ambiente de melhores condições edafo-climáticas para o cultivo do arroz irrigado.

9. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que o programa de melhoramento para a cultura do arroz irrigado, com a introdução de genótipo de arquitetura moderna, vem sendo conduzido de forma satisfatória.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in plant breeding. *Crop Science*, Madison, v. 4, p. 503-508, 1964.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameter of comparing varieties. *Crop Science*, Madison, v. 6, n.1, p. 36-40, 1966.
- ENCARNAÇÃO, C. R.F. da. **Observações meteorológicas e tipos climáticos das Unidades e Campos Experimentais da Empresa-IPA**, Recife: IPA, 1980. 110p.
- FONSECA, L.; BARBOSA FILHO, M.P.; ESPINOSA, W. **Arroz irrigado: sistema de produção para a Região do Baixo São Francisco: recomendações técnicas**. Brasília: PROINE, 1988. 118p.
- HILL, J. Genotype-environment interactions: Challenge for plant breeding. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, v. 85, p.477-493, 1975.
- MORAIS, O. P. de. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlação fenotípica, genotípica e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa L.*)**. Viçosa: Univ. Fed. de Viçosa. 1980. 70p. Dissertação de mestrado.
- OYEDOKUN, J.B. Genotype environment interactions and the identification of adaptable cultivars of Upland rice (*Oryza sativa L.*) in South-Western Nigéria. *Experimental Agriculture*, London, v. 21, n. 1, p. 53-58, 1985.
- RANGEL, P. H. N.; ZIMMERMANN, F. J. P.; NEVES, P. de C. F. Ee CNPAF investiga: decresce en Brasil el rendimiento del arroz de riego. *Arroz en las Américas*, Cali, v. 13, n. 1, p. 2-4, 1992.
- SILVEIRA, E. P. **Interação genótipo por locais em arroz de sequeiro (*Oryza sativa L.*) no Estado de São Paulo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1980, 97p. Dissertação de Mestrado.