

EFICIENCIA DA SELEÇÃO INDIRETA, EM POPULAÇÕES F₂ DE ARROZ DE SEQUEIRO, PARA SOLO DE BAIXA FERTILIDADE¹

Orlando Peixoto de Moraes²

Marc Henri G. L. Chatel³

Elcio Perpétuo Guimarães²

Nand Kumar Fagêria²

RESUMO

Os solos utilizados para o cultivo de arroz de sequeiro, no Brasil, são, em geral, de baixa fertilidade, deficientes em zinco e na maioria dos macronutrientes, principalmente P, Ca e Mg.

No CNPAF, as populações F₂ de arroz de sequeiro são semeadas apenas em solo de média fertilidade, sendo as progênies das plantas selecionadas avaliadas também em solo de cerrado, de baixa fertilidade, a partir da geração F₃. Este trabalho visa, utilizando esta estratégia, quantificar a possível perda na eficiência de seleção para solo de baixa

¹Trabalho apresentado durante a III RENAPA, realizada de 16 a 20 de fevereiro de 1987, no CNPAF/EMBRAPA, Goiânia, GO.

²Eng.-Agr., pesquisador EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74000 Goiânia, Goiás.

³Eng.-Agr., pesquisador do Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT), à disposição do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF).

fertilidade, em relação à eficiência que se obteria praticando a seleção em F_2 também nesta classe de fertilidade de solo.

Em 1984/85, as populações F_2 de dois cruzamentos de arroz, IRAT 112/IREM 157 e IREM 195/Santa América, foram submetidas à seleção em solos de média e baixa fertilidades. As progênies resultantes foram avaliadas em 1985/86, em solo de cerrado, de baixa fertilidade, em experimentos reticulados, com três repetições.

As linhas do primeiro cruzamento, selecionadas em condições de média fertilidade, apresentaram melhor produção de grãos do que as selecionadas em solo de baixa fertilidade, principalmente por se terem revelado mais resistentes à brusone. Apresentaram também maior coeficiente de variação genética e maior herdabilidade no sentido amplo. No segundo cruzamento, entretanto, os dois grupos de linhas mostraram produções e herdabilidades semelhantes, porém menores, e foram igualmente atacados pela brusone.

Os resultados destes experimentos evidenciam que não houve perda na eficiência de produção de grãos em solos de baixa fertilidade, quando a seleção, na geração F_2 , foi feita em condições de média fertilidade de solo.

INTRODUÇÃO

A maioria das lavouras de arroz de sequeiro no Brasil localiza-se em solos de cerrado, em que a produtividade é limitada, principalmente pela baixa fertilidade natural e pelos excessos de elementos tóxicos no solo (Fageria 1983, Malavolta & Fornasieri Filho 1983). Embora estas condições de solo possam ser corrigidas pela aplicação de corretivos e fertilizantes, cujos preços são elevados, eles precisam ser usados em conjugação com variedades tolerantes (Ikehashi & Ponnampereuma 1978, Jennings et al. 1979), a fim de propiciar maior economicidade à cultura do arroz de sequeiro (Morais et al. 1983). Nesta linha de atuação, tem-se, no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão-EMBRAPA, procurado a adaptação das plantas ao solo, bem como a do solo às plantas (Fageria & Barbosa Filho 1981).

Numerosos trabalhos têm demonstrado que as variedades de arroz variam grandemente na tolerância a vários tipos de adversidade de solos (Jennings et al. 1979), e é encorajador o fato de essa tolerância poder combinar-se bem com as boas características agronômicas e com a resistência a insetos e doenças (Ikehashi & Ponnampereuma 1978). Sob o ponto de vista de melhoramento, visando ampla adaptação, é também importante reportar ao trabalho de Alluri & Buddenhagen (1977), cujos resultados mostram que a redução do rendimento, provocado por baixos níveis de nutrientes, não se correlaciona

consistentemente com a produção de grãos em condições de alta fertilidade do solo.

Estes trabalhos, além de outros relatados por Fageria (1984), embasam um dos objetivos do programa de melhoramento de arroz de sequeiro do CNPAF, que procura selecionar linhagens tolerantes a condições adversas de solos, mas que sejam também capazes de responder, em produção de grãos, à melhoria dos níveis de fertilidade do solo. Para tanto, o programa é executado de acordo com um organograma que obedece aos dois pontos seguintes:

1. Nos cruzamentos, procura-se incluir pelo menos um progenitor tolerante a condições adversas de solo.
2. Avaliação das progênies em solos de média e baixa fertilidades, conservando as que sobressaem nos dois ambientes.

As seleções de plantas individuais na F_2 e dentro das progênies nas demais gerações são feitas utilizando uma única classe de fertilidade de solo, no caso o de média fertilidade, na suposição de que as mudanças das variações entre plantas de mesma população ou progênie, advindas da utilização de diferentes classes de fertilidade, são de pouco valor prático, desde que não sejam oriundas de diferenças de pressão de doenças importantes nos ambientes considerados. Têm-se seguido as sugestões de Allard (1971), procurando-se selecionar plantas individuais apenas para caracteres de alta a mediana

herdabilidades como arquitetura, tipo de grão, resistência a doenças, etc., em que as influências do meio são menos relevantes. Na implementação desse programa, tem surgido, todavia, a seguinte questão: especificamente para solos de baixa fertilidade, não estaria ocorrendo perdas de eficiência, ao evitar-se a seleção de plantas individuais, desde a F₂, também nesta classe de fertilidade de solo? Este trabalho visa identificar e quantificar a possível perda de eficiência, que poderia estar ocorrendo em F₂ e que se refletiria, primeiramente, nas progênies F₃.

MATERIAL E METODOS

Neste trabalho foram avaliadas, em solos de cerrado de baixa fertilidade (Tabela 1), durante o ano agrícola de 1985/86, 76 linhas F₄ derivadas de F₂ do cruzamento IRAT 112/IRFM 257 (CNAX 1071) e 60 linhas, também em F₄ e igualmente derivadas de F₂, do cruzamento IREM 195/Santa América (CNAX 1056). De cada cruzamento, 50% das linhas constitui-se de progênies de plantas F₂ selecionadas em solo de média fertilidade, e o restante de progênies de plantas F₂ selecionadas em solo de cerrado, de baixa fertilidade, com adubação reduzida à metade da empregada na primeira área, e sem adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 1).

As seleções de plantas em F₂ foram feitas em 1984/85, quando se observou maior incidência de brusone no pescoço da

panícula na área de média fertilidade, tendo o cruzamento IRAT 112/IREM 257 mostrado maior resistência a essa enfermidade.

As linhas de cada cruzamento foram avaliadas em experimentos separados, tendo-se utilizado o látice triplo 9 x 9 e o látice triplo 8 x 8, respectivamente, para o primeiro e segundo cruzamentos. Foram acrescentadas cultivares-testemunhas, para completar os números de tratamentos requeridos pelos delineamentos e para facilitar a comparação das linhas dos dois cruzamentos. As parcelas experimentais constaram de duas fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 50 cm, tendo sido semeadas com 60 sementes por metro linear de sulco. Na colheita, foram eliminados, como bordadura, 0,5 m nas extremidades de cada parcela.

Os dois experimentos, instalados em 21.11.1985, foram adubados com apenas 100 kg/ha do adubo formulado 5-30-15, aplicado no sulco de plantio, e sem adubação nitrogenada em cobertura. Para o controle preventivo de pragas, aplicaram-se, também no sulco de plantio, 20 kg/ha de furadan 5 G. As plantas daninhas foram controladas com capinas manuais. Não houve necessidade de suplementação hídrica, devido à boa distribuição de chuvas durante todo o ciclo do arroz.

Foram avaliadas, de acordo com as recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1977), as seguintes características: incidência de brusone nas folhas e panículas (pescoço), número de dias para floração, altura das plantas e

produção de grãos.

As análises de variância foram realizadas pelo Laboratório de Estatística da EMBRAPA/CNPAP, adotando o procedimento do SAS Institute Inc. (1982). Para produção de grãos dos dois grupos de linhagens foram calculados: os coeficientes de variação genética, como definido por Abbud (1981); a herdabilidade no sentido amplo, a resposta esperada à seleção, e as médias esperadas das linhas selecionadas na geração subsequente, como feito por Arantes (1979); e a resposta esperada para a seleção em percentagem da média, conforme Allard (1971).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência de brusone, tanto nas folhas como nas panículas, foi sensivelmente menor nas linhas do cruzamento IRAT 112/IREM 257, do que nas do IREM 195/Santa América, indicando maior resistência do primeiro cruzamento, o que já havia sido observado na geração F_2 . Essa maior resistência, entre outros fatores, refletiu em produção de grãos, em média, 88% superior à do segundo cruzamento (Tabelas 2 e 3).

As linhas de IRAT 112/IREM 257, selecionadas em condições de média fertilidade, produziram, em média, 9% a mais ($p < 0,05$) que o grupo de linhas selecionadas em solo de baixa fertilidade. Essa maior produtividade não deve ser resultado de maior eficiência na seleção para rendimento, em solo de média fertilidade, na geração F_2 , mas, provavelmente, deve ser

o reflexo de maior ganho na seleção para resistência à brusone. Na F₂ houve maior pressão de brusone do pescoço na área de média fertilidade de solo, propiciando certamente menor frequência de plantas suscetíveis escapadas da enfermidade. A maior frequência de plantas mais resistentes, selecionadas nesta área, refletiu nas menores médias ($p < 0,05$) de incidência de brusone foliar e do pescoço das linhas SMF (selecionadas em condições de média fertilidade), em relação às do grupo de linhas SBF (selecionadas em solo de baixa fertilidade). Segundo Allard (1971) e Jennings et al. (1979), entre vários outros autores, a seleção de plantas individuais só apresenta resposta significativa para caracteres de mediana a alta herdabilidade, como é o caso de resistência a doenças, notadamente aquela condicionada por genes maiores. Para caracteres de baixa herdabilidade, normalmente não se conseguem ganhos relevantes com a seleção direta, baseada em unidade experimental tão pequena e sem repetição, como a representada por uma planta.

Além de mais produtivas, as linhas SMF apresentaram também maior coeficiente de variação genética (Tabela 2), oferecendo, portanto, maiores perspectivas de resposta à seleção para esse caráter (Allard 1971, Abbud 1981).

Para os dois cruzamentos, os dois grupos de linhas mostraram, em média, alturas semelhantes. Quanto ao ciclo, observou-se menor frequência de linhas mais precoces, entre as

linhas SMF de IREM 195/Santa América (Tabelas 2 e 3).

Na Tabela 4, são apresentados os números de linhas SMF e SBF presentes entre as que seriam selecionadas, aplicando-se os índices de seleção de 50, 25, 13,2 e 6,6%. Observa-se maior frequência de linhas SMF em quase todos os casos, exceto quando se considera o índice de 50% para IRAT 112/IREM 257. Para esse cruzamento, as linhas SMF, selecionadas com os diferentes índices de seleção, mostraram, em média, incidência de brusone ligeiramente menores e produções de grãos consistentemente mais altos, o que não foi observado no cruzamento IREM 195/Santa América.

As linhas SMF e SBF de IRAT 112/IREM 257 apresentaram, respectivamente, herdabilidade (sentido amplo) de 72,00 a 56,29%, valores bem mais altos que a herdabilidade de aproximadamente 47% apresentada pelos dois grupos de linhas de IREM 195/Santa América. Em consequência, as maiores respostas esperadas para a seleção correspondem às linhas do primeiro cruzamento, principalmente as originadas da seleção com média fertilidade de solo (Tabela 5).

Quando se considera a resposta à seleção em percentagem da média, constata-se que as linhas SMF de IRAT 112/IREM 257 são as mais promissoras. Para índice de seleção de 26,5%, a média esperada das linhas SMF selecionadas seria de 2321 kg/ha (Tabela 5), quase 40% superior à média da testemunha 'IAC 47', no ensaio. Para o cruzamento IREM 195/Santa América, as médias esperadas das linhas SMF e SBF selecionadas, adotando o mesmo

índice de seleção, seriam equivalentes, refletindo a insignificante influência diferencial dos dois ambientes na seleção de plantas F₂, visando a rendimento.

Ficou evidente, neste trabalho, a influência da pressão diferencial de brusone nos dois ambientes, por ocasião da seleção das plantas F₂. Para controlar ou pelo menos amenizar essa influência, seria recomendável, em futuros trabalhos desta natureza, efetuar controle químico da doença ou, preferivelmente, utilizar cruzamentos de variedades comprovadamente resistentes.

CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho indicam que não houve perda na eficiência de produção de grãos em solos de baixa fertilidade, quando a seleção, na geração F₂, foi feita em condições de média fertilidade de solo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABBUD, N.S. O emprego do método SSD em três populações segregantes de arroz (*Oryza sativa* L.). Piracicaba, ESALQ, 1981. 54p. Tese Mestrado.

- ALLARD, R.W. Princípios de melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ALLURI, K. & BUDDENHAGEN, I.W. Evaluation of rice cultivars for their response to limiting nutrients. Int. Rice Res. Newsl., 2(3):2, 1977.
- ARANTES, N. E. Interação genótipo x ambiente e estudo de alternativas para seleção de variedades de soja (Glycine max (L.) Merrill), com base em testes regionais. Viçosa, UFV, 1979. 51 p. Tese Mestrado.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO. Manual de métodos de pesquisa em arroz - 1a. aproximação. Goiânia, 1977. 106p.
- FAGERIA, N.K. Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz. Rio de Janeiro, Campos, 1984. 341p.
- FAGERIA, N.K. Manejo químico do solo. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E., eds. Cultura do arroz de sequeiro; fatores afetando a produtividade. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. p.239-60.

FAGERIA, N.K. & BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. Pesq. agropec. bras., 16(6):777-82, 1981.

IKEHASHI, H. & PONNAMPERUMA, F.N. Varietal tolerance of rice for adverse soils. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Soils and rice. Los Baños, 1978. p.801-23.

JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. Rice improvement. Los Baños, IRRI, 1979. 186p.

MALAVOLTA, E. & FORNASIERI FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E., eds. Cultura do arroz de sequeiro; fatores afetando a produtividade. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. p.95-140.

MORAIS, O.P. de; SANT'ANA, E.P.; CHATEL, M.; PRABHU, A.S.; CASTRO, E. da M. de. Melhoramento genético voltado para a cultura do arroz de sequeiro. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E., eds. Cultura do arroz de sequeiro; fatores afetando a produtividade. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. p.145-72.

SAS INSTITUTE INC. SAS User's Guide: Statistics, 1982 edition. Cary, NC, 1982. 584 p.

Tabela 1. Análise química dos solos e adubações utilizadas no experimento "Eficiência da seleção indireta, em populações F₂ de arroz de sequeiro, para solo de baixa fertilidade", CNPAF (Goianira, ²GO).

Local, ano	pH	Ca + Mg (meq/100g)	Al (meq/100g)	P (ppm)	K (ppm)	Adubação (kg/ha)		
						5-30-15	ZnSO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄
MF, 1984/85	5,3	1,9	0,2	4,8	61	280	10	155b
BF, 1984/85	4,9	0,4	0,7	2,5	14	140	5	-
BF, 1985/86	5,0	0,8	0,4	0,6	28	100	-	-

433

^aMF: área de solo de média fertilidade e BF: área de solo de baixa fertilidade;

^bEm duas aplicações de cobertura (75 + 80 kg/ha).

Tabela 2. Produção de grãos, coeficiente de variação genética para produção de grãos (CVG), incidência de brusone nas folhas (BF) e no pescoço das panículas (BP), número de dias para floração e altura de planta dos dois grupos de linhas do cruzamento IRAT 112/IREM 257 (CNAx 1071).

Tratamentosa	Produção (kg/ha)	C.V.G.(%)	BF (1-9) ^b	BP (1-9) ^b	Floração (dias)	Altura (cm)
Linhas SMF	1798	25,96%	5,1	3,6	98,4	101,3
Linhas SBF	1650	20,02%	5,4	4,0	98,2	101,2
IAC 47	1662	-	5,3	6,6	103,0	103,0
C.V. (%)	29,40	-	20,60	21,35	1,83	6,75

^aSMF = linhas selecionadas em solo de média fertilidade e SBF = linhas selecionadas em solo de baixa fertilidade;

^b1: menos de 1% da área foliar ou das panículas atacadas; e 9: mais de 50% da área foliar ou das panículas atacadas.

Tabela 3. Produção de grãos, coeficiente de variação genética para produção de grãos, incidência de brusone nas folhas (BF) e no pescoço das panículas (BP), número de dias para floração e altura de planta dos dois grupos de linhas do cruzamento IREM 195/Santa América (CNAx 1056).

Tratamentosa	Produção (kg/ha)	C.V.G.(%)	BF (1-9) ^b	BP (1-9) ^b	Floração (dias)	Altura (cm)
Linhas SMF	885	22,07	6,1	7,4	102,4	93,8
Linhas SBF	945	20,50	6,2	7,3	98,2	94,5
IAC 47	1071	-	6,7	8,0	101,3	95,7
C.V. (%)	36,68	-	13,61	11,70	2,40	9,47

^aSMF = linhas selecionadas em solo de média fertilidade e SBF = linhas selecionadas em solo de baixa fertilidade;

^b1: menos de 1% da área foliar ou das panículas atacadas; e 9: mais de 50% da área foliar ou das panículas atacadas.

Tabela 4. Número de linhas de cada grupo incluídas em dada percentagem das linhas seleccionadas (índice de selecção), médias de produção e de incidência de brusone do pescoço, para os dois cruzamentos, IRAT 112/IREM 257 e IREM 195/Santa América.

Índice de selecção (%)	Linhas incluídas (No.)		Médias de Produção (kg/ha) ^c		Médias de incidência de brusone (1-9)	
	SMFa	SBFa	MFb	BF ^b	MFb	BFb
A. Cruzamento IRAT 112/IREM 257						
50,0	17	21	2307	1974	2,4	2,7
25,0	14	5	2403	2229	2,3	2,5
13,2	9	1	2554	2403	2,2	2,5
6,6	5	0	2704	-	2,1	-
B. Cruzamento IREM 195/Santa América						
50,0	16	14	1074	1036	7,3	7,2
25,0	9	6	1203	1195	7,2	7,3
13,2	5	3	1315	1335	7,3	7,2
6,6	3	1	1380	1509	7,3	6,6

aSMF e SBF = linhas seleccionadas em solo de média fertilidade e em solo de baixa fertilidade, respectivamente;

bMF e BF: áreas de solo de média e baixa fertilidade, respectivamente;

c: menos de 1% da área foliar ou das panículas atacadas; 9: mais de 50% da área foliar ou das panículas atacadas.

Tabela 5. Herdabilidade no sentido amplo para produção de grãos (H²), resposta esperada para a de 26,5% das linhas mais produtivas (RS), resposta à seleção em percentagem média (RS.M-1.100) e médias esperadas das linhas selecionadas, para cada grupo de linhas.

Linhasa	H ² (%)	RS (kg/ha)	RS.M-1.100	Médias esperadas das linhas selecionadas (kg/ha)
SMF/CNax 1071	72,00	523	29,09	2321
SBF/CNax 1071	56,29	249	15,09	1899
SMF/CNax 1056	47,19	160	18,08	1045
SBF/CNax 1056	46,80	93	9,84	1038

aSMF e SBF: linhas selecionadas em solo de média e baixa fertilidade, respectivamente.