

SELEÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO PARA SOLOS SALINO-SÓDICOS. II. ENSAIOS DE CAMPO¹

HANS RAJ GHEYI², AURELIR NOBRE BARRETO³,
ARTURO CARLOS R. CARVAJAL GARRI⁴ e ARESQUE MACHADO DE ALMEIDA⁵

RESUMO - Com o objetivo de selecionar, para solos afetados por sais, as cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) mais viáveis, montou-se um experimento em solo salino-sódico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo-Sousa, PB. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com treze cultivares e três repetições. Foram incorporadas 40 t/ha de gesso comercial antes do lançamento do experimento, e como adubação foram utilizados 50, 30 e 10 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. As cultivares testadas mostraram diferenças significativas ao nível de 0,01 de probabilidade em relação à produtividade, destacando-se a cultivar IR 2058-78-1-3-2-3, com produção média de 6,12 t/ha. Considerando-se a alta percentagem de sódio trocável, e que o solo não vinha sendo cultivado há vários anos, os resultados obtidos mostram viabilidade de utilização e recuperação desses solos com o emprego de gesso e cultivares de arroz que melhor se comportaram.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, tolerância do arroz à salinidade, sódio trocável.

SELECTION OF UPLAND RICE CULTIVARS FOR SALINE-SODIC SOILS. II. FIELD TRIALS

ABSTRACT - A field experiment in a saline-sodic soil of the irrigated perimeter of São Gonçalo-Sousa, PB, Brazil, was carried out with the objective to select cultivars of irrigated rice (*Oryza sativa* L.) for salt affected soils. A random block design with thirteen cultivars and three replications was adopted. Before the start of the experiment, 40 t/ha of gypsum were incorporated in the soil, and N, P₂O₅ and K₂O were applied at the rate of 50, 30 and 10 kg/ha, respectively. The cultivars under study showed significant yield differences at 0.01 probability level and a mean production of 6.12 t/ha was obtained for the cultivar IR 2058-78-1-3-2-3. Considering the high exchangeable sodium percentage and the fact that experimental plot has not been cultivated for many years, the results obtained show the viability of utilization and reclamation of such soils with gypsum and rice cultivars.

Index terms: *Oryza sativa*, salt tolerance of rice, exchangeable sodium.

INTRODUÇÃO

A salinização dos solos nas áreas irrigadas é um problema de preocupação mundial. As altas concentrações de sais solúveis e/ou de sódio trocável presentes nos solos afetados por sais podem decorrer das condições climáticas ou topográficas e/ou da natureza do material originário. Nas regiões áridas e semi-áridas os solos submetidos a irrigação, em ausência de drenagem natural suficiente, podem acumular teores apreciáveis de sais e, con-

seqüentemente, limitar a produtividade dos cultivos (Richards 1954). Dada a crescente necessidade de alimentos, e em face dos problemas sociais e dos investimentos nas áreas irrigadas, a conservação dos solos tem uma importância muito grande na economia nacional. Convém lembrar que, nos projetos de irrigação do Nordeste, aproximadamente 25% da superfície estão afetados por salinidade (Goes 1978) e os resultados preliminares de levantamentos das áreas afetadas por sais na parte nordeste do estado da Paraíba mostram que cerca de 18,4% dos 420.000 ha mapeados apresentam problema de salinidade. Urge, portanto, que sejam desenvolvidos estudos sobre a utilização e/ou recuperação dessas áreas.

O arroz é, quase sempre, uma das primeiras culturas estabelecidas em solos salino-sódicos ou sódicos em via de recuperação, graças à sua exigência de uma lâmina de água constante e à relativa tolerância aos sais (FAO 1973, Bhumbla & Abrol 1978). A tolerância à salinidade e sodicidade varia

¹ Aceito para publicação em 10 novembro de 1986. Pesquisa realizada conjuntamente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba (EMEPa).

² Eng. Agr., Dr., Prof.-Adjunto, Dep. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), CEP 58100 Campina Grande, PB. Bolsista do CNPq.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMEPA, Estação Experimental, CEP 58800 São Gonçalo-Sousa, PB.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., Convênio IICA-EMBRAPA, EMEPA, CEP 58000, João Pessoa, PB.

⁵ Eng.-Agr., M.Sc., Prof.-Adjunto, Dep. de Solos e Engenharia Rural, UFPB, CEP 58397 Areia, PB.

de cultura para cultura e dentro de uma mesma espécie e de acordo com a cultivar e o ciclo fenológico (Hayward & Wadleigh 1949). Castro & Sábado (1977) e Fageria et al. (1981) encontraram diferenças significativas, entre as cultivares de arroz, quanto à tolerância à salinidade.

O principal objetivo deste trabalho consiste em avaliar a produtividade de algumas cultivares de arroz irrigado em solos salino-sódicos.

O experimento faz parte do Terceiro Vivero Internacional de Observación de Arroz para Salinidad e Alcalinidad en América Latina (Vivero Internacional de Observación de Arroz para Salinidad y Alcalinidad en América Latina s.d.), coordenado pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no perímetro irrigado de São Gonçalo (setor 10), durante o período de setembro de 1980 a fevereiro de 1981. O perímetro fica a 10 km da cidade de Sousa, Estado da Paraíba, a 6°45' de latitude Sul e 38°10' de longitude Oeste. As características físicas e químicas do solo no local do experimento são apresentadas na Tabela 1. Como as características químicas do solo mostram grande variabilidade, são apresentadas mediante faixas contendo valores mínimos e máximos. Tais características foram determinadas utilizando-se a metodologia convencional de análise do solo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1979).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Das treze cultivares ou linhagens de arroz utilizadas neste experimento, as sementes de dez cultivares foram fornecidas pelo CIAT, através do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), da EMBRAPA, Goiânia, GO. As sementes da cultivar IR 8 foram produzidas no perímetro irrigado de São Gonçalo, e as de IR 22 e BG 11-11 foram fornecidas pelo CNPAP.

As parcelas experimentais mediam 5,0 m x 2,1 m, sendo sete fileiras de 5 m de comprimento espaçadas de 0,30 m. Em cada parcela, as três fileiras centrais foram da cultivar a ser testada, e as duas fileiras de cada lado (bordadura) foram da cultivar IR 8. A seleção da IR 8 como bordadura deveu-se à disponibilidade de sementes em quantidade adequada.

Para que não houvesse muita variabilidade do solo dentro do mesmo bloco, os experimentos foram instalados longitudinalmente, na direção da maior variabilidade espacial, com base na análise preliminar do solo.

O preparo do solo constou de aração profunda, até 40 cm, e duas gradagens em sentidos cruzados; em seguida, foi incorporado gesso comercial, na dose equivalente a

40 t/ha, estimada para baixar 50% do sódio trocável até uma profundidade de 60 cm. Durante duas semanas as parcelas foram irrigadas intermitentemente, por aspersão, com lâminas pequenas. Em seguida, para manter a cultura inundada, confeccionou-se um sistema de marachas adequadas. Providenciou-se, também, limpeza e aprofundamento dos drenos circunvizinhos.

TABELA 1. Características físicas e químicas do solo experimental*.

Características	
Areia (%)	45,3
Silte (%)	29,2
Argila (%)	25,5
Classificação: textural	Franco
Densidade real (g/cm ³)	2,41
Densidade aparente (g/cm ³)	1,46
Espaço poroso (%)	39,4
Umidade equivalente (%)	19,5
Ponto de murchamento (%)	8,3
CaCO ₃ (%)	Baixo
Matéria orgânica (%)	0,3
pH	8,9 - 9,75
Condutividade elétrica de saturação (mmhos/cm a 25°C)	1,8 - 9,0
Relação de adsorção de sódio de extrato de saturação (m mole) ^{1/2}	11,3 - 48,2
Cátions trocáveis	
Ca + Mg (meq/100 g)	2,29 - 5,42
Na (meq/100 g)	8,65 - 21,02
K (meq/100 g)	Desprezível
Porcentagem de sódio trocável	65,7 - 89,9

* Entre doze amostras analisadas, as características químicas analisadas mostraram grandes diferenças; portanto, são indicadas mediante valores mínimos e máximos encontrados.

O plantio foi realizado manualmente, no dia 10 de setembro de 1980, numa densidade de 80 sementes/m linear, segundo recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1977). Após quatro semanas, a cultura foi mantida inundada com lâmina de água entre 2,5 cm e 7,5 cm. Na adubação foram aplicados 50, 30 e 10 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Na época do plantio, foram aplicados 1/3 de N e as quantidades totais de P e K. Os 2/3 restantes de N foram aplicados em duas coberturas iguais, aos 37 e 67 dias após o plantio.

Durante o ciclo da cultura, foram executadas várias capinas, de acordo com as necessidades. A fenologia da cultura foi estudada através de medição de altura das plantas, número de perfilhos e panículas, e peso da palha e dos grãos.

Para avaliar a produção das cultivares, foram considerados apenas os 4 m centrais de cada fileira, deixando-se bordaduras de 0,50 m em cada extremidade. O peso dos grãos foi ajustado a 13% de umidade.

As análises estatísticas foram efetuadas pelos métodos usuais, e para a comparação das médias utilizou-se o teste de Duncan (Gomes 1970).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ciclo fenológico

As cultivares completaram seus ciclos fenológicos entre 143 e 160 dias após a sementeira (Tabela 2), o que significa, em média, duas semanas de atraso na maturação, em comparação com os ciclos verificados em outros estudos. Vários fatores, tais como diferenças climáticas, salinidade do solo e nível de adubação poderiam ser responsáveis por tal atraso, uma vez que o ciclo fenológico depende tanto das condições ambientais quanto da nutrição e do manejo de solo e água.

Observou-se, independentemente da duração do ciclo, que todas as cultivares atingiram a maturação, em média, aos 44 dias após a floração. As cultivares IR 2061-522-6-9 e Ml-48 destacaram-se por precocidade (Tabela 2).

que apresentou, em média, 2,2 perfilhos/pé aproximadamente 20% inferior à média geral das outras cultivares. Observou-se que as plantas não alcançaram alturas e perfilhamento observados em solos normais. A diminuição drástica na altura das plantas e no perfilhamento deveu-se, provavelmente, à salinidade do solo, pois, de acordo com Fageria et al. (1981), um dos sintomas mais comuns da salinidade, no caso do arroz, é a redução no crescimento e no perfilhamento. Conforme mostra a Tabela 3, as plantas realmente se desenvolveram em condições de alta salinidade, e o gesso aplicado foi calculado somente para baixar a percentagem de sódio trocável para 43%. O baixo nível de adubação adotado também pode ter contribuído para um crescimento restrito.

Produção e seus componentes

As cultivares variaram em produtividade de grãos, peso da palha produzida e número de panículas. A produção média por parcela (área = 3,60 m²) variou entre 0,585 e 2,203 kg (Tabela 2). A análise de variância mostrou diferenças significativas, ao nível de 0,01 de probabilidade, entre as cultivares (Tabela 4).

TABELA 2. Crescimento, componentes de produção e rendimentos das diferentes cultivares de arroz irrigado.

Número	Cultivar/linhagem	Origem	Ciclo da cultura		Perfilhos/ pé ¹	Número total de panículas ²	Produção palha	Obtida ² grãos ³	Produção extrapolada
			dias	cm					
1	IR 2053-436-1-2	IRRI	147	78,6	2,8	660,5	3,53	2,089 ab	5,80
2	IR 2058-78-1-3-2-3	IRRI	149	69,9	3,1	717,8	4,27	2,203 a	6,12
3	IR 2061-464-2-4-4-6	IRRI	147	63,1	3,1	568,3	3,68	1,278 de	3,55
4	IR 2061-522-6-9	IRRI	143	75,6	3,0	340,1	2,72	1,222 de	3,40
5	BG 94-1	Sri Lanka	145	61,9	2,9	588,6	3,26	1,944 abc	5,40
6	IR 2145-20-4	IRRI	146	68,9	3,2	671,1	4,66	2,015 abc	5,60
7	IR 2153-26-2-3-5-2	IRRI	159	70,3	2,8	731,7	3,51	1,724 abcd	4,79
8	IR 2053-160-1-2-2	IRRI	152	78,3	3,0	834,2	5,60	1,444 cde	4,01
9	Pokkali	Índia	155	62,3	2,8	700,1	2,84	1,529 bcde	4,25
10	Ml-48	Filipinas	143	76,1	2,2	197,3	1,88	0,585 f	1,62
11	IR 22	IRRI	156	57,8	2,9	576,2	2,91	1,123 ef	3,12
12	BG 11-11	Sri Lanka	160	76,8	3,1	485,7	4,67	1,508 bcde	4,19
13	IR 8	IRRI	152	63,3	2,8	415,0	2,75	1,121 ef	3,11

¹ Média de dez plantas/repetição.

² Média de parcelas experimentais 3,60 m² (três fileiras de 4 m lineares).

³ Médias seguidas pela mesma letra na vertical não apresentam diferenças significativas a nível de 5% pelo teste de Duncan.

Crescimento e desenvolvimento das plantas

Os resultados de altura média de plantas das diferentes cultivares, na colheita, mostraram grandes diferenças (variando de 57,8 cm a 78,6 cm) entre si. Quanto ao perfilhamento, as cultivares não apresentaram diferenças marcantes, exceto a Ml-48,

A comparação das médias pelo teste de Duncan mostrou diferenças significativas entre a cultivar IR 2058-78-1-3-2-3 e as cultivares M 1-48, IR 8, IR 22, IR 2061-464-2-4-4-6 e IR 2061-522-6-9. Esse último grupo das cultivares foi o que mostrou a menor produção, enquanto as cultivares IR

2053-436-1-2, IR 2145-20-4, BG 94-1, IR 2153-26-2-3-5-2, junto com IR 2058-78-1-3-2-3, se comportaram melhor, apresentando as maiores produtividades.

Quanto ao número de panículas e peso de palha, destacou-se a cultivar IR 2053-160-1-2-2, mas sem corresponder a uma boa produtividade em grãos, provavelmente por causa da alta percentagem de grãos vazios (esterilidade dos grãos), pois a cultivar não apresentou problema de germinação e assim o número de plantas/m, que poderia ter afetado a produção, não foi responsável por tal efeito.

A produção obtida, no presente estudo, quando extrapolada, mostra que as produtividades das cultivares variaram entre 1,62 e 6,12 t/ha. A produtividade relativamente baixa, em relação à obtida nos solos não-salinos, para a respectiva cultivar, foi uma consequência do efeito da salinidade do solo; mas, levando-se em consideração que o setor 10 do perímetro irrigado de São Gonçalo — onde foi executado o presente trabalho —, está abandonado há vários anos, é uma área com mais de 80% de sódio trocável, a produtividade das cultivares IR 2058-78-1-3-2-3, IR 2053-436-1-2, IR 2145-20-4 e BG 94-1 poderia ser considerada como boa. Assim,

TABELA 3. Valores da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo nas diferentes parcelas, após o experimento*.

Cultivar ou linhagem	Repetição I		Repetição II		Repetição III	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
	mmhos/cm a 25°C					
1. IR 2053-436-1-2	8,0	4,07	4,06	2,90	4,24	3,05
2. IR 2058-78-1-3-2-3	8,0	3,48	6,77	3,10	5,90	3,41
3. IR 2061-464-2-4-4-6	3,74	2,30	6,88	3,05	6,69	3,14
4. IR 2061-522-6-9	7,60	2,28	5,82	2,82	4,30	1,86
5. BG 94-1	6,30	1,97	6,95	3,19	7,56	3,55
6. IR 2145-20-4	6,08	4,93	7,20	3,13	6,55	3,17
7. IR 2153-26-3-5-2	3,61	2,75	5,28	3,75	4,01	4,0
8. IR 2053-160-1-2-2	3,73	2,09	5,77	2,60	6,50	3,44
9. Pokkali	5,27	2,67	4,08	2,92	2,56	2,66
10. MI-48	6,05	3,67	4,92	2,23	7,53	4,09
11. IR 22	7,90	2,55	5,86	2,50	6,20	1,83
12. BG 11-11	7,10	1,95	4,50	2,42	4,50	2,98
13. IR 8	5,65	3,20	5,40	2,80	4,13	2,68
Faixa	3,61 - 8,0	1,95 - 4,93	4,06 - 7,20	2,23 - 3,75	2,56 - 7,56	1,83 - 4,09

* Amostra do solo utilizado foi retirado, após colheita, no meio de cada parcela.

TABELA 4. Resumo de análise de variância da produção de arroz.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	02	0,259	0,130	1,36
Cultivares	12	7,802	0,650	6,83**
Resíduo	24	2,284	0,095	
Total	38	10,344		

CV = 14,24%.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

o estudo mostra a viabilidade de utilização das áreas afetadas por sais com a cultura de arroz. Espera-se que, ao longo do tempo, a ação do CO₂ liberado pelas raízes das plantas e a incorporação de resíduos das culturas ajudariam no processo de recuperação desses solos, como foi mostrado por Chhabra & Abrol (1977).

CONCLUSÕES

1. As cultivares de arroz testadas apresentaram diferenças quanto à tolerância à salinidade. A culti-

var M 1-48 foi uma das mais susceptíveis, enquanto as cultivares IR 2058-78-1-3-2-3-, IR 2053-436-1-2, IR 2145-20-4 e BG 94-1 mostraram as melhores produtividades nas condições experimentais citadas.

2. O uso de cultivar tolerante pode ser uma ação complementar para estabelecimento da cultura de arroz em solos salino-sódicos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPAF/EMBRAPA, Goiânia-GO, e Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali-Colômbia, pelo fornecimento de sementes das diferentes cultivares de arroz. Os autores agradecem à Prof.^a Norma César de Azevedo, pelos valiosos auxílios na coleta de amostras de solo e trabalhos de laboratório na fase inicial, e ao Dr. N.K. Fageria, Pesquisador do CNPAF/EMBRAPA, Goiânia-GO, pelo interesse mostrado e discussões durante o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- BHUMBLA, D.R. & ABROL, I.P. Saline and sodic soil. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Soils and rice. Los Baños, 1978. p.719-34.
- CASTRO, R.V. & SABADO, S.P. Influence of varying level of salt applied at different stages on the growth and yield of rice. *Grains J.*, 2:43-5, 1977.
- CHHABRA, R. & ABROL, I.P. Reclaiming effect of rice grown in sodic soils. *Soil Sci.*, 124:49-55, 1977.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO. Manual de métodos de pesquisa em arroz. Goiânia, 1977. 105p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1979.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. *Pesq. agropec. bras.*, 16(5):667-81, 1981.
- FAO, Roma, Itália. Irrigation, drainage and salinity; an international source book. Paris, Hutchinson/FAO/UNESCO, 1973. 510p.
- GOES, E.S. O problema de salinidade e drenagem em projetos irrigados do Nordeste e ação de pesquisa com vista ao seu equacionamento. Fortaleza MINTER/SUDENE/DAA/DEE, 1978. 20p. Trabalho apresentado na Reunião Sobre Salinidade em Áreas Irrigadas.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4. ed. São Paulo, Nobel, 1970. 430p.
- HAYWARD, H.E. & WADLEIGH, C.H. Plant growth on saline and alkali soils. *Adv. Agron.*, 1:1-38, 1949.
- RICHARDS, L.A., ed. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, US Government Printing Office, 1954. 160p. (USDA. Handbook, 60)
- VIVERO INTERNACIONAL DE OBSERVACION DE ARROZ PARA SALINIDAD Y ALCALINIDAD EN AMERICA LATINA - VIOSAL, 3., 1979. Programa de pruebas internacionales de arroz para América Latina. s.l., CIAT/IRRI, s.d.