

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ PARA TOLERÂNCIA À SALINIDADE¹

NAND KUMAR FAGERIA², MOREL PEREIRA BARBOSA FILHO³ e HANS RAJ GHEYI⁴

RESUMO - Cento e sessenta e duas cultivares/linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) foram avaliadas em condições de casa de vegetação para tolerância à salinidade. As plântulas foram transplantadas com idade entre quatorze e dezoito dias após a germinação, em solo submerso tratado com solução de NaCl, em bandejas de plástico. A avaliação das injúrias causadas pela salinidade foi feita com base na percentagem de folhas mortas, quatro semanas após o transplante. As cultivares ou linhagens testadas foram agrupadas em tolerantes, moderadamente tolerantes, moderadamente susceptíveis e susceptíveis. Entre as cultivares testadas, 11% foram tolerantes, 11% moderadamente tolerantes, 17% moderadamente susceptíveis e 61% susceptíveis. Foram discutidos os sintomas visíveis de toxidez à salinidade e a possível causa de redução de crescimento causada pela salinidade.

Termos para indexação: salinidade, condutividade elétrica, solução nutritiva, pressão osmótica.

SCREENING RICE CULTIVARS FOR SALINITY TOLERANCE

ABSTRACT - One hundred and sixty two cultivars/lines of lowland rice (*Oryza sativa* L.) were evaluated under greenhouse conditions for salinity tolerance. Fourteen to eighteen days old rice seedlings were transplanted in a submerged soil treated with solution of NaCl in small trays. Salinity injury ratings were done on the basis of percent dead leaves after four weeks. Cultivars/lines were grouped into tolerant moderately tolerant, moderately susceptible and susceptible. Among the tested cultivars, 11% were found to be tolerant, 11% moderately tolerant, 17% moderately susceptible and 61% susceptible. Visible salinity toxicity symptoms and possible reasons of growth reduction due to salinity were discussed.

Index terms: salinity, electrical conductivity, nutrient solution, osmotic pressure.

INTRODUÇÃO

Os sais solúveis que efetivamente contribuem para salinizar o solo consistem, normalmente, das várias proporções de cátions de cálcio, magnésio, sódio e dos ânions cloreto, sulfato, bicarbonato e, às vezes, carbonato (Richards 1954). Vários autores têm demonstrado que existe uma redução no crescimento do arroz quando se aumenta a salinidade do meio de crescimento (Hayward & Wadleigh 1949; Bernstein & Hayward 1958; Bernstein 1962; Sinanuwong et al. 1979; Ikehashi & Ponnampuruma 1977; Kaddahi et al. 1975; Pearson & Bernstein 1959).

A água de irrigação contém sais solúveis, e seu uso constante na ausência de lixiviação faz com que o sal se deposite na zona do sistema radicular, devido à evaporação. A drenagem restrita também contribui

para a salinização dos solos irrigáveis, através da influência do lençol freático, de baixa permeabilidade, ou de ambos.

Solos salinos variam grandemente em suas características químicas, físicas e hidrológicas. Por exemplo: os teores e natureza dos sais, a sua distribuição lateral e vertical, o pH do solo, a natureza e teor de argila, o teor de matéria orgânica e nutrientes, o manejo de água, a temperatura e fontes de sais. De acordo com Ponnampuruma (1979), a salinidade pode ocorrer, de modo geral, em quaisquer condições físicas e químicas dos solos.

Alguns solos do perímetro irrigado do Nordeste apresentam problema de salinidade, que provoca diminuição nos rendimentos dos cultivos, levando os agricultores, às vezes, ao abandono total das áreas (Pizarro 1976). Nos projetos de irrigação do Nordeste, estima-se que aproximadamente 20% da superfície atualmente irrigada estão afetados por sais (Goes 1976). Existem duas maneiras de minimizar esses problemas: melhorar a planta, visando sua adaptação ao solo, ou melhorar o solo para adaptação das plantas. A segunda opção implica projetos de irrigação e de drenagem, o que resulta em gastos elevados de implantação. A outra alternativa seria adaptar as plantas às condições de salinidade, através de seleção

¹ Aceito para publicação em 2 de fevereiro de 1981. Trabalho apresentado na XIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 14 a 19 de julho, 1980, Cuiabá, MT.

² Eng^o Agr^o, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP) - EMBRAPA, Caixa Postal 179, CEP 74.000 - Goiânia, GO.

³ Eng^o Agr^o, M.Sc., CNPAP, EMBRAPA.

⁴ Ph.D. Professor titular da Universidade Federal da Paraíba, CEP 58.100 - Campina Grande, PB.

e melhoramento de germoplasma. A literatura indica que existe possibilidade de solucionar o problema da salinidade através do melhoramento genético (Dutta et al. 1978, Epstein 1976, Gill & Dutta 1976, Ikehashi & Ponnampereuma 1977). O objetivo deste estudo é testar cultivares quanto à reação à salinidade, visando identificar materiais tolerantes a essa condição do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação de cultivares de arroz, amostras de 5 kg de solo foram colocadas em bandejas de plástico medindo 30 x 45 x 8 cm. As análises químicas de uma amostra revelaram: pH 5,5; P disponível 1,8 ppm; K trocável 32 ppm; Ca + Mg trocável 0,2 mEq/100 g e Al trocável 0,1 mEq/100 g. Como extrato para determinação do P e K, foi usado 0,05 N HCl + 0,025 N H₂SO₄ e para Ca + Mg e Al, foi usado 1 N KCl. Quatro litros de uma solução de NaCl a 0,5% foram adicionados ao solo e bem misturados, três dias antes do transplantio. Esta mistura mostrou uma condutividade elétrica de 16,82 mmhos/cm a 25°C. Antes da aplicação de NaCl, cada bandeja recebeu 1 g de sulfato de amônio, 1,8 g de superfosfato triplo, 1,0 g de cloreto de potássio e 0,25 g de sulfato de zinco.

As sementes de 162 cultivares/linhagens foram tratadas com solução a 0,1% de HgCl₂ por dez minutos, sendo, posteriormente, lavadas com água destilada e postas a germinar em solução nutritiva (Yoshida et al. 1976), usando-se 162 vasos de plástico de dois litros de capacidade. As sementes de cada cultivar são colocadas sob tela de náilon em cada vaso, as quais devem permanecer flutuando em solução nutritiva. Doze mudas de cada cultivar, com 14-18 dias de idade, foram transplantadas para cada bandeja. No primeiro experimento, foram plantadas três fileiras com quatro plantas, e cada fileira foi considerada uma repetição. No segundo experimento, todas as cultivares que foram classificadas como tolerantes e algumas como susceptíveis foram transplantadas em três bandejas com doze plantas. O solo foi mantido submerso a 1 cm, através do uso diário de água desmineralizada. Quatro semanas após o transplantio, foram feitas determinadas percentagens de folhas mortas (Tabela 1), e as cultivares/linhagens foram classificadas como tolerantes, moderadamente tolerantes, moderadamente susceptíveis e susceptíveis, de acordo com a metodologia discutida por Ponnampereuma (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas visuais de toxidez de salinidade

Os sintomas de toxidez de salinidade foram observados de 15 a 20 dias após o transplantio. Os sintomas mais comuns foram crescimento e perfilhamento reduzidos. A salinidade provocou também uma coloração verde-escura nas folhas, as quais desenvolvem

TABELA 1. Método de avaliação para tolerância à salinidade, baseado na percentagem de folhas mortas.

Folhas mortas %	Nota	Grau de reação da cultivar/linhagem
0 - 20	1	Tolerante
21 - 35	2	Tolerante
36 - 50	3	Tolerante
51 - 70	5	Moderadamente tolerante
71 - 90	7	Moderadamente sensível
91 - 100	9	Sensível

Fonte: Ponnampereuma (1977).

ram áreas necróticas, com secamento que se iniciou na ponta e se prolongou pelas margens e, em alguns casos, enrolamento das folhas.

Classificação das cultivares/linhagens para tolerância à salinidade

Os resultados foram obtidos (Tabela 2) pelo uso de % de folha morta como critério para separar as cultivares/linhagens tolerantes e susceptíveis, como indicado na Tabela 1. Dentre as 162 cultivares/linhagens avaliadas, 11% foram tolerantes, 11% moderadamente tolerantes, 17% moderadamente susceptíveis e 61% susceptíveis. Estes resultados mostraram que mais de 60% das cultivares/linhagens avaliadas foram susceptíveis, indicando, portanto, que um maior número de cultivares ou linhagens devem ser avaliadas para toxidez à salinidade. Em trabalhos anteriores, não foram encontradas grandes variações entre cultivares, porque foi avaliado um número pequeno de cultivares (Bernstein 1961, Bernstein & Ayres 1951, 1953).

Efeito da salinidade sobre a produção de matéria seca

Foi determinado o efeito da salinidade sobre a produção de matéria seca de algumas cultivares (Fig.1). As cultivares classificadas como tolerantes produziram significativamente mais matéria seca do que as classificadas como susceptíveis. Várias razões explicam estas diferenças de resposta entre cultivares. De acordo com Bernstein (1961), a salinidade afeta diretamente o crescimento da planta:

1. Pelo aumento da pressão osmótica na solução do solo.
2. Pela acumulação de certos íons no tecido vegetal, em concentrações tóxicas. Segundo Allison (1964), certos íons exercem funções específicas, que dimi-

nuem o crescimento, independentemente do efeito osmótico. Estes efeitos específicos de ions podem ser tóxicos ou causar deficiências de outros nutrientes;

3. Alteração do aspecto nutricional da planta. Nes-

te caso as plantas diferem consideravelmente com relação à exigência de nutrientes e à habilidade de absorção de nutrientes (Fageria & Barbosa Filho 1980; Brown et al. 1953).

TABELA 2. Classificação de cultivares/linhagem de arroz por sua tolerância a salinidade.

Nº	Cultivar/ linhagem	Folhas mortas (%)	Nota	Classifi- cação
1	IR 9129-102-2	12	1	Tolerante
2	BG 11-11	18	1	Idem
3	IR 5624-164-2-1	20	1	Idem
4	Tox 711-6	25	2	Idem
5	IR 4422-164-3-6	34	2	Idem
6	IR 4432-28-5	35	2	Idem
7	Tox 711-22	35	2	Idem
8	Tox 711-17	37	3	Idem
9	Tox 711-21	38	3	Idem
10	RP 1045-23-2-1	38	3	Idem
11	Kakatiya	38	3	Idem
12	Tox 711-14	39	3	Idem
13	Tox 711-15	40	3	Idem
14	IR 841-63-51-9-33	41	3	Idem
15	IR 4422-293-3-1-2	44	3	Idem
16	IR 528-1-32	47	3	Idem
17	IR 22	47	3	Idem
18	Srimalaysia	47	3	Idem
19	IR 3511-39-3-3	53	5	Mod. tol.*
20	Tox 711-16	55	5	Idem
21	Tox 711-18	56	5	Idem
22	IR 6503-24-3-1	57	5	Idem
23	Suale 1	59	5	Idem
24	IR 2058-78-1-3-2-3	60	5	Idem
25	IR 2035-290-2-3-1	60	5	Idem
26	IR 7149-35-2-3-2	62	5	Idem
27	IR 2070-414-3-9	62	5	Idem
28	Tox 711-9	63	5	Idem
29	Tox 711-7	63	5	Idem
30	IR 2153-26-3-5-6	63	5	Idem
31	BPI-RI2	64	5	Idem
32	BG 90-2	64	5	Idem
33	BG 90-1	64	5	Idem
34	Tox 711-19	65	5	Idem
35	Tox 711-2	65	5	Idem
36	IR 2035-434-3	65	5	Idem
36	IR 2035-434-3	65	5	Idem
37	Jaganath	71	7	Mod. sens.**
38	IR 2153-43-2-5-4	71	7	Idem
39	De Abrii	71	7	Idem
40	Tox 711-11	71	7	Idem
41	BW 78	71	7	Idem
42	MR 15	71	7	Idem
43	IET 2845	72	7	Idem
44	BG 402-4	72	7	Idem

TABELA 2. Continuação.

Nº	Cultivar/ linhagem	Folhas mortas (%)	Nota	Classifi- cação
45	IR 879-314-2	72	7	Idem
46	IR 5803-8-3	72	7	Idem
47	IR 5629-64-3	72	7	Idem
48	Tanu 13508	75	7	Idem
49	RP 919-24-7-1	75	7	Idem
50	IR 2071-105-4	75	7	Idem
51	Cica 4	75	7	Idem
52	IR 40	76	7	Idem
53	Labelle	77	7	Idem
54	IR 2061-465-1-5-5	78	7	Idem
55	IR 2035-206-1	78	7	Idem
56	Tox 711-8	78	7	Idem
57	Tox 711-3	78	7	Idem
58	Tox 711-1	80	7	Idem
59	Taichngsen 3	86	7	Idem
60	Tox 711-4	87	7	Idem
61	IR 156-228-3-3	88	7	Idem
62	Tox 711-5	88	7	Idem
63	Paga dívida	88	7	Idem
64	Irga 408	90	7	Idem
65	Tox 711-13	91	9	Sensível
66	IR 4422-480-2-3-3	91	9	Idem
67	IR 5853-198-1-2	91	9	Idem
68	IR 4427-315-2-3	91	9	Idem
69	IAC 435	91	9	Idem
70	BR 4	91	9	Idem
71	IR 5201-65-1-2	92	9	Idem
72	IR 5741-73-2-3	92	9	Idem
73	IR 2061-628-1-6-4-3	92	9	Idem
74	CR 1002	92	9	Idem
75	IR 5105-80-3-3-2	92	9	Idem
76	IR 4535-4-9-1	93	9	Idem
77	IR 2071-588-5-4-5	93	9	Idem
78	IR 2071-105-9-1	94	9	Idem
79	BR 51-46-5	95	9	Idem
80	ARC 10959	95	9	Idem
81	IAC 120	95	9	Idem
82	IET 3125	95	9	Idem
83	IR 42	96	9	Idem
84	IR 2035-730-3	96	9	Idem
85	B 541-b-Pn-58-5-3-1	98	9	Idem
86	C4-63 G	98	9	Idem
87	IR 1541-102-7-2	98	9	Idem
88	IR 2035-197-3	98	9	Idem
89	IR 1154-243-1	98	9	Idem

TABELA 2. Continuação.

Nº	Cultivar/ linhagem	Folhas mortas (%)	Nota	Classifi- cação
90	IR 2071-586-5-6-3	98	9	Sensível
91	IR 2035-205-2	98	9	Idem
92	IR 2035-712-2	99	9	Idem
93	IR 1529-680-3-2	99	9	Idem
94	IR 661-1-140-3-2	99	9	Idem
95	IR 2035-352-2	99	9	Idem
96	IR 2053-87-3	99	9	Idem
97	IR 5311-154-1-3	100	9	Idem
98	IR 4568-86-1-3-2	100	9	Idem
99	IR 2797-125-3-2-2-2	100	9	Idem
100	IR 5657-54-3	100	9	Idem
101	IR 2823-399-5-9	100	9	Idem
102	IR 2307-72-2-2-1	100	9	Idem
103	IR 4422-143-2-1	100	9	Idem
104	IR 2853-165-1-1-2	100	9	Idem
105	IR 4215-27-3-2-2	100	9	Idem
106	IR 5756-153-1	100	9	Idem
107	IR 5254-3-5	100	9	Idem
108	IR 5201-127-2	100	9	Idem
109	IR 5853-213-6-1	100	9	Idem
110	IR 4215-409-2-2-2	100	9	Idem
111	IR 4442-165-1-3-2	100	9	Idem
112	IR 2035-227-1	100	9	Idem
113	IR 2863-38-1-2	100	9	Idem
114	IR 2035-438-1	100	9	Idem
115	IR-2035-76-2	100	9	Idem
116	IR 2035-242-1	100	9	Idem
117	IR 442	100	9	Idem
118	IR 1529-480-3	100	9	Idem
119	IR 2035-349-2	100	9	Idem
120	IR 2043-104-3	100	9	Idem
121	IR 2035-169-2	100	9	Idem
122	IR 2035-591-1	100	9	Idem
123	IR 2035-3	100	9	Idem
124	IR 2053-362-1	100	9	Idem
125	IR 28	100	9	Idem
126	IR 26	100	9	Idem
127	IR 8	100	9	Idem
128	IR 2588-19-1-2-2	100	9	Idem
129	IR 2031-724-2-3-2	100	9	Idem
130	IR 2070-423-2-5-6	100	9	Idem
131	IR 36	100	9	Idem
132	Tox 711-12	100	9	Idem
133	CNM 20	100	9	Idem
134	Remadja	100	9	Idem
135	MR 1	100	9	Idem
136	Bahagia	100	9	Idem
137	Brazos	100	9	Idem
138	MR 22	100	9	Idem
139	CR 1009	100	9	Idem
140	BR 169 1-1	100	9	Idem
141	Mala J 15	100	9	Idem

TABELA 2. Continuação.

Nº	Cultivar/ linhagem	Folhas mortas (%)	Nota	Classifi- cação
142	MRC 105	100	9	Sensível
143	IET 5552	100	9	Idem
144	IET 5518	100	9	Idem
145	IET 4693	100	9	Idem
146	IET 5426	100	9	Idem
147	MR 7	100	9	Idem
148	Star bonnet	100	9	Idem
149	M1-148	100	9	Idem
150	Lageado	100	9	Idem
151	EEA 406	100	9	Idem
152	Bluebelle	100	9	Idem
153	Dawn	100	9	Idem
154	EEA 304	100	9	Idem
155	TKM 6	100	9	Idem
156	EEA 405	100	9	Idem
157	IET 2881	100	9	Idem
158	Bonnet 73	100	9	Idem
159	IET 3262	100	9	Idem
160	EEA 404	100	9	Idem
161	P 899-55-G-4-5-1B	100	9	Idem
162	EEA 408	100	9	Idem

* Mod. tol. = Moderadamente tolerante.

** Mod. sens. = Moderadamente sensível.

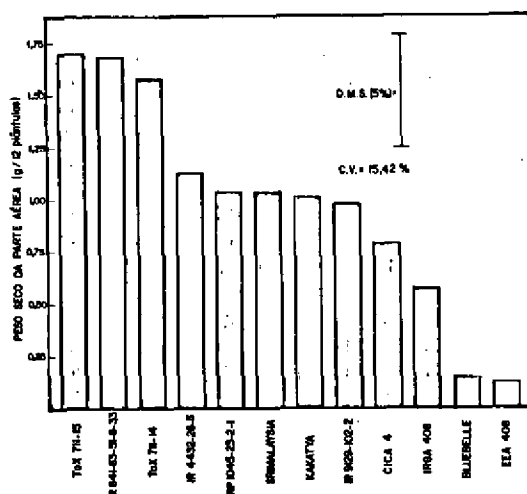


FIG 1 Efeito de salinidade na produção de matéria seca das cultivares de arroz.

CONCLUSÕES

1. Existe diferença de tolerância à salinidade entre cultivares de arroz, baseada em sintomas visuais de toxidez, folhas mortas e produção de matéria seca em condições experimentais citadas no estudo.
2. As cultivares tolerantes produzem mais matéria seca em comparação com cultivares susceptíveis.

REFERÊNCIAS

- ALLISON, L.E. Salinity in relation to irrigation. *Advanc. Agron.*, 16:139-78, 1964.
- BERNSTEIN, L. Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady state. *Am. J. Bot.*, 48: 509-18, 1962.
- BERNSTEIN, L. Tolerance of plants to salinity. *Proc. Amer. Soc. Civil Eng.*, 87:1-12, 1961.
- BERNSTEIN, L. & AYRES, A.D. Salt tolerance of five varieties of onions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 62:367-70, 1953.
- BERNSTEIN, L. & AYRES, A.D. Salt tolerance of six varieties of green beans. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 57:243-8, 1951.
- BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H.E. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 9: 25-46, 1958.
- BROWN, J.W.; WADLEIGH, C.H. & HAYWARD, H.E. Foliar analysis of stone fruit and almond trees on saline substrates. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 61:49-55, 1953.
- DUTTA, S.K.; BANERJI, B. & SOM, J. Varietal behaviour of rice under different types of low lying water logged situations in West Bengal. In: NATIONAL SYMP. OF INCREASING RICE YIELD IN KHARIF. Proceedings... Held at CRRI, 1978.
- EPSTEIN, E. Genetic potentials for solving problems of soil mineral stress; adaptation of crops to salinity. In: PROCEEDING OF A WORKSHOP. Beltsville, Maryland, 1976. Plant adaptation to mineral stress. p.73-82.
- FAGERIA, N.K. & BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. s.n.t. Trabalho apresentado na II Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, Goiânia, 5 a 9 de fevereiro, 1980.
- GILL, K.S. & DUTTA, S.K. Response of rice varieties to salt stress at germination stage. s.l., p.143., 1976. Annual Report CSSRI.
- GOES, E.S. Pré-diagnóstico sobre o problema de salinidade em perímetros de irrigação do Nordeste. Recife, SUDENE-DAA, Divisão de Projetos Integrados, 1976. p.8.
- HAYWARD, H.E. & WADLEIGH, C.H. Plant growth on saline and alkali soils. *Advanc. Agron.*, 1: 1-38, 1949.
- IKEHASHI, H. & PONNAMPERUMA, F.N. Varietal tolerance of rice to adverse soils. s.n.t. Paper presented at the symposium "soils and rice" at the International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, September 20-23, 1977.
- KADDAHI, M.T.; LEHMAN, W.F.; MECH, B.D. & ROBINSON, F.E. Salinity effects on rice after the boot stage. *Agron. J.*, 67:436-9, 1975
- PEARSON, G.A. & BERNSTEIN, L. Salinity effects at several growth stages of rice. *Agron. J.*, 51: 634-7, 1959.
- PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Fortaleza, SUDENE/DNOCS, 1976. p.466.
- PONNAMPERUMA, F.N. Greenhouse screening for adverse soil tolerance. s.n.t. Paper presented at International Rice Research Conference, IRRI, Los Baños, Philippines, 16-20 April, 1979.
- PONNAMPERUMA, F.N. Screening rice for tolerance to mineral stress. s.l. IRRI, 1977. (Research Paper Series, 6).
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. s.l., U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. (A. Handbook, 60).
- SINANUWONG, S., HONGTO, K. & DITSADHAPORN, C. Field screening for tolerance to saline soils. s.n.t. Paper presented at International Rice Conference, IRRI, Los Baños, Philippines, 16-20 April, 1979.
- YOSHIDA, S.; FORNO, D.A.; COCK, J.H. & GOMES, K.A. Laboratory manual for Physiological Studies for rice. Los Baños, Philippines, The International Rice Research Institute, 1976. p.62.