

EFEITOS DO CLORETO DE SÓDIO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE PLÂNTULAS DE ARROZ¹

IVANDIR SOARES CAMPOS² e MARCOS VINÍCIUS ASSUNÇÃO³

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos deletérios do NaCl na germinação e vigor das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) IAC-25, IAC-47, IAC-165, CNA-796019, Lebonnet, IRAT-112 e CICA-8. Amostras de sementes foram colocadas para germinar em solução de NaCl com potenciais osmóticos de - 0,4 e - 0,8 Megapascal (MPa). As cultivares IAC-25 e IAC-47 foram consideradas tolerantes à salinidade até - 0,4 MPa de NaCl; Lebonnet, CNA-796019 e CICA-8 foram consideradas moderadamente tolerantes; a IAC-165 e IRAT-112 pouco tolerantes. Entretanto, a - 0,8 MPa, em que todo material foi severamente afetado pela salinidade, as cultivares IAC-25, IAC-47 e CNA-796019 foram as menos sensíveis. A cultivar IAC-25, de maneira geral, foi a mais tolerante à salinidade imposta e a IAC-165 foi a mais sensível.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, salinidade, potencial osmótico.

EFFECTS OF NaCl ON GERMINATION AND SEEDLING VIGOR OF RICE

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate the deleterious effects of NaCl on germination and vigor of the cultivars IAC-25, IAC-47, IAC-165, CNA-796019, Lebonnet, IRAT-112 and CICA-8. Samples of seeds were germinated in NaCl solution with - 0,4 and - 0,8 Megapascal (MPa) of osmotic potential. The cultivars IAC-25 and IAC-47 were considered salt tolerants up to - 0,4 MPa of NaCl. The cultivars Lebonnet, CNA-796019 and CICA-8 were considered moderatly tolerants and the IAC-165 and IRAT-112 little tolerants. However, at - 0,8 MPa on which all material was severely affected by salinity, the cultivars IAC-25, IAC-47 and CNA-796019 were the least susceptible. The cultivar IAC-25, was the most tolerant to salinity and the IAC-165 was the most susceptible.

Index terms: *Oryza sativa*, salinity, osmotic potential.

INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz, quando realizado com o emprego de irrigação controlada e utilização de elevada tecnologia, induz maiores rendimentos por unidade de área, um produto de melhor qualidade, e riscos mínimos de perdas. Todavia, a ocorrência de salinização dos solos sob sistemas irrigados pode tornar impraticável a continuidade do cultivo em certas áreas,

principalmente na região Nordeste, onde, segundo Goes (1978), cerca de 20 a 25% das áreas irrigadas já se encontram salinizadas. Em 1982, nos Estados Unidos, principalmente na Califórnia, os prejuízos atribuídos à salinidade foram avaliados em 113 milhões anuais, com uma previsão para o ano 2000, de valores superiores a 250 milhões de dólares por ano (Holburt 1984).

Para Strogonov (1964), a recuperação dos solos salinos é uma prática muito dispendiosa, cuja inviabilidade econômica, em muitos casos, torna impraticável sua realização. No entanto, Alphen (1983), efetuando trabalho com arroz em solo salinizado, obteve rendimentos de 4.800 e 5.800 kg/ha, utilizando a cultivar Naylamp, tolerante à salinidade, e que demonstrou a viabilidade econômica de utiliza-

¹ Aceito para publicação em 5 de dezembro de 1989. Extraído da tese do primeiro autor, para obtenção de título de M.Sc., na Univ. Fed. do Ceará.

² Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, Caixa Postal 392, CEP 69900 Rio Branco, AC.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Prof., Dep. Fitot. Univ. Fed. do Ceará (UFC), Caixa Postal 3038, CEP 60000 Fortaleza, CE.

Para avaliação do vigor, foram medidos os comprimentos da raiz e da parte aérea, assim como o peso da matéria seca das plântulas. Na determinação dos comprimentos foi empregada a metodologia descrita por Popinigis (1977), utilizando-se amostras de 25 sementes por repetição para cada tratamento, efetuando-se as referidas medições (em centímetros) 10 dias após o início do teste. Para obtenção do peso da matéria seca da parte aérea e da raiz, foram utilizadas as mesmas plântulas usadas para determinação dos comprimentos da parte aérea e da raiz, as quais foram postas para secar à temperatura de 105°C ($\pm 3^\circ\text{C}$), por 24 horas tomando-se o peso médio (em gramas) com relação ao número de plântulas normais. Foi calculada a relação raiz/parte aérea com os dados de matéria seca.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 21 tratamentos e 3 repetições. As análises de variância obedeceram um esquema fatorial 7 x 3 (cultivares x potenciais osmóticos) e as médias das interações cultivares dentro de potenciais osmóticos e vice-versa, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância (Tabelas 1 e 2) mostraram diferenças estatisticamente significativas para todas as causas de variação envolvidas no delineamento, tanto na germina-

ção como no vigor das sete cultivares em meio salinizado com NaCl, tendo como controle o tratamento com água destilada.

Como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, ocorreu germinação nas duas concentrações salinas impostas, mas houve diferenças significativas no comportamento das cultivares, que apresentaram grau de tolerância variável. Pearson et al. (1966) também observaram diferenças entre cultivares de arroz ao germinarem em meio salino. Observações feitas por Tailakov (1967) mostraram comportamentos diferentes entre cultivares da mesma espécie quando colocadas para germinar em meio salino, e que estas diferenças foram maiores para o milho do que para o sorgo, o que comprova as diferentes reações entre espécies e entre cultivares da mesma espécie.

Os resultados dos testes de germinação apresentados na Tabela 3 mostraram uma redução na percentagem de plântulas normais obtidas 14 dias após a instalação do teste. As sementes sob - 0,8 MPa apresentaram retardamento no processo germinativo, impossibilitando uma primeira contagem aos 7 dias. Do mesmo modo, Harris (1915), trabalhando com trigo, milho, beterraba, alfafa, aveia e cevada, observou que a percentagem de germinação foi afetada pela salinidade, ocorrendo, tam-

TABELA 1. Análises de variância para efeitos de diferentes potenciais osmóticos (ψ s) sobre a percentagem de germinação, plântulas anormais e sementes não germinadas de sete cultivares de arroz.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes não germinadas
ψ s	2	2.803,87**	1.512,13**	83,62**
Cultivar (C)	6	537,54**	88,97*	65,90**
Int. ψ s x C.	12	82,46**	169,40**	13,84*
Resíduo	42	27,49	28,76	6,92
C.V. (%)	-	6,43	26,91	64,24

* = Significativo $P < 5\%$ pelo teste F.

** = Significativo $P < 1\%$ pelo teste F.

bém, um aumento no período de germinação. George & Williams (1964) observaram redução de até 50% na germinação de sementes de cevada e cravo em substrato salino. Por outro lado, Ghildyal & Janal (1966), estudando o comportamento de cultivares de arroz germinando em meio salino, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. Do mesmo modo, Bhumbra et al. (1968), Na-

rale et al. (1969) e Bari et al. (1973), pesquisando sobre germinação de arroz em meio salino, observaram, também, retardamento na germinação.

Considerando-se a sensibilidade das cultivares quanto aos efeitos das duas concentrações salinas, definiu-se a IAC-25 e IAC-47 como tolerantes à salinidade até -0,4 MPa. A Lebonnet, CNA-796019 e CICA-8 foram con-

TABELA 2. Análises de variância para efeitos de diferentes potenciais osmóticos (ψ_s), sobre o comprimento da parte aérea e da raiz, pesos da matéria seca da parte aérea e da raiz, e relação entre matéria seca da raiz e da parte aérea de cultivares de arroz.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios				
		Comprimento da parte aérea	Comprimento da raiz	Matéria seca parte aérea	Matéria seca raiz	Relação raiz/parte aérea
ψ_s	2	1.063,63**	4.125,77**	80,48**	34,79**	0,07**
Cultivar (C)	6	25,86**	185,08**	17,83**	4,29**	0,03**
$\psi_s \times C.$	12	2,30**	11,39**	5,15**	3,22**	0,04*
Resíduo	42	0,38	2,27	0,33	0,12	0,01
C.V. (%)	-	4,01	4,17	6,69	7,00	17,17

* = Significativo P<5% pelo teste F.

** = Significativo P<1% pelo teste F.

TABELA 3. Comportamento germinativo de cultivares de arroz sob efeito de concentrações de NaCl.

Potencial osmótico (MPa)	Cultivar							
	IAC-25	IAC-47	IAC-165	CNA-796019	Lebonnet	IRAT-112	CICA-8	
	%							
	Germinação							
0,0*	A 99,38 a	A 100 a	A 90,00 ab	A 87,33 ab	A 89,33 ab	A 84,66 b	A 95,33 ab	
-0,4	A 92,66 ab	A 96,00 a	B 75,33 bc	A 85,66 ab	A 86,00 ab	B 68,66 c	B 82,66 b	
-0,8	B 37,80 a	B 34,66 ab	C 20,60 c	B 28,33 ab	B 24,66 bc	C 22,66 c	C 24,10 bc	
	Plântulas anormais							
0,0	B 0,77 b	B 0,00 b	B 9,34 ab	B 8,67 ab	B 7,34 ab	B 13,84 a	B 3,34 b	
-0,4	B 9,34 C	B 2,00 c	B 17,34 ab	B 14,01 ab	B 10,67 bc	B 22,01 a	B 10,60 bc	
-0,8	A 61,47 b	A 66,01 a	A 68,07 a	A 65,67 a	A 66,01 a	A 68,01 a	A 75,57 a	
	Sementes não germinadas							
0,0	A 0,00 a	A 0,00 a	B 2,66 a	A 4,00 a	B 3,33 ab	B 2,00 a	B 1,33 a	
-0,4	A 0,00 b	A 0,00 b	AB 7,33 a	A 5,33 ab	B 3,33 ab	A 9,33 a	A 6,66 a	
-0,8	A 1,33 c	A 1,33 c	A 11,33 a	A 6,00 abc	A 9,33 ab	A 8,00 ab	A 3,33 bc	

* Controle.

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na coluna e seguida da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 4. Valores médios dos dados indicadores do vigor de plântulas de arroz, em meio salinizado com NaCl.

Potencial osmótico (MPa)	Cultivar													
	IAC-25		IAC-47		IAC-165		CNA-796019		Lebonnet		IRAT-112		CICA-8	
	Comprimento da parte aérea (cm)													
0,0	A	11,78 ab	A	12,43 a	A	10,45 d	A	8,82 e	A	10,33 d	A	10,65 cd	A	11,24 bc
- 0,4	B	9,80 a	B	9,36 ab	B	7,87 cd	B	7,37 d	B	8,61 bc	B	8,29 c	B	8,41 c
- 0,8	C	4,44 ab	C	4,53 a	C	3,73 bc	C	2,64 d	C	4,49 ab	C	3,50 c	C	3,50 c
	Comprimento da raiz (cm)													
0,0	A	25,98 a	A	25,04 a	A	21,95 b	A	20,80 b	A	20,13 b	A	20,23 b	A	24,15 a
- 0,4	B	24,45 a	A	23,60 ab	A	20,99 c	B	18,97 d	B	22,13 bc	B	18,18 d	B	22,39 bc
- 0,8	C	12,78 a	B	11,29 ab	C	11,51 abc	C	7,85 d	C	9,81 c	C	5,72 e	C	10,20 bc
	Peso da matéria seca da parte aérea (g)													
0,0	A	6,96 a	A	5,60 b	A	6,13 b	A	4,46 c	A	3,36 d	A	3,60 d	A	3,30 d
- 0,4	A	6,46 a	B	4,60 c	AB	5,60 b	B	3,50 d	AB	3,30 d	B	2,80 de	B	2,23 e
- 0,8	B	5,46 a	B	4,36 b	B	5,13 a	B	3,20 c	B	3,06 c	C	1,50 d	C	1,60 d
	Peso da matéria seca da raiz (g)													
0,0	A	4,70 a	A	3,46 c	A	4,00 b	A	2,66 d	A	2,13 e	A	2,00 ef	A	1,60 f
- 0,4	B	4,06 a	B	2,96 bc	B	3,16 b	A	2,63 c	B	1,66 d	A	1,73 d	A	1,40 d
- 0,8	B	3,73 a	B	2,73 b	C	2,13 c	B	1,56 d	B	1,66 d	B	1,06 e	A	1,46 de
	Relação raiz/parte aérea													
0,0	A	0,68 a	A	0,62 a	A	0,65 a	AB	0,55 a	A	0,69 a	A	0,55 a	B	0,48 a
- 0,4	A	0,63 a	A	0,64 a	AB	0,55 a	A	0,75 a	AB	0,50 a	A	0,62 a	B	0,63 a
- 0,8	A	0,86 a	A	0,63 b	B	0,41 b	B	0,49 b	B	0,43 b	A	0,70 a	A	0,91 a

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na coluna e seguida da mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

sideradas moderadamente tolerantes, e a IAC-165 e IRAT-112, pouco tolerantes. Entretanto, a - 0,8 MPa, em que todo material foi severamente afetado pela salinidade, as cultivares IAC-25, IAC-47 e CNA-796019 foram as menos sensíveis. A cultivar IAC-25, de maneira geral, foi a mais tolerante à salinidade imposta, e IAC-165 foi a mais sensível. À primeira vista, poder-se-ia atribuir esta variação no comportamento do material à diferença no vigor inicial das sementes, concordando com resultados obtidos por Petrasovits (1968). Entretanto, os resultados apresentados na Tabela 3 indicam que devem existir fatores genéticos envolvidos na maior ou menor capacidade de germinar em meio salino, visto que cultivares como a CNA-796019 e Lebonnet, com mais baixa germinação em água destilada, apresentaram maior percentagem de germinação em meio salino do que outras como a IAC-165 e CICA-8. Petrasovits (1968) observou que a quantidade de água absorvida pelas sementes em meio salino foi reduzida com o aumento da concentração do sal, o que deve ser uma das causas da redução na germinação.

Por outro lado, Ayers (1952) relatou que a salinidade pode afetar a germinação, tanto dificultando a absorção da água pelas sementes, como pela penetração de íons a níveis tóxicos. Prisco & O'Leary (1970) e Bari et al. (1973) observaram que a germinação de sementes de feijão e arroz foram prejudicadas por redução na absorção de água, quando postas para germinar em meio salino. No entanto, Clark & West (1971), citados por Bari et al. (1973), comentaram que na ausência de outra razão plausível as diferenças genéticas podem explicar a variação de comportamento de cultivares sob condições de salinidade. Por outro lado, Sarin & Narayanan (1968), citados por Prisco et al. (1975), relataram sobre uma aparente inibição pelos sais, da síntese e/ou atividade de enzimas hidrolíticas necessárias à germinação. Esta inibição foi observada por Prisco et al. (1975), embebendo sementes de *Sorghum bicolor* em ácido giberélico e benziladenina, antes de colocá-las para germinar em substrato contendo NaCl ou Na₂SO₄.

O comprimento da raiz e parte aérea, bem como o peso da matéria seca dessas partes das

plântulas (Tabela 4), foram igualmente afetados pelo estresse salino, em acordo com resultados obtidos por Bernstein et al. (1955), Bernstein & Hayward (1958), Pearson et al. (1966), Petrasovits (1968), Bari et al. (1973) e Akbar & Yabuno (1974), trabalhando com milho, feijão e arroz.

CONCLUSÕES

1. O material genético testado (IAC-25, IAC-47, IAC-165, CNA-796019, IRAT-112 e CICA-8) apresentou sensibilidade à salinidade, variável com a cultivar.

2. As cultivares IAC-25, IAC-47 e CNA-796019 foram as mais tolerantes à salinidade, sendo que a IAC-25 apresentou melhor desenvolvimento em meio salino e a IAC-165 foi a mais sensível.

3. O potencial osmótico - 0,8 MPa de NaCl pode ser considerado crítico para a germinação e crescimento das cultivares estudadas neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Luiz Gonzaga R. Ferreira pela correção e sugestões, e ao Dr. Francisco Ivaldo O. Melo, pela colaboração na análise estatística.

REFERÊNCIAS

- AKBAR, M. & YABUNO, T. Breeding for saline - resistant varieties of rice. II. Comparative performance of some rice varieties to salinity during early development stages. *Japan. J. Breed.*, 24(4):176-81, 1974.
- ALPHEN, J.G.V. Rice in the reclamation of salt-affected soils. *Bangkok. Annual Report, Thailand*, p.9-18, 1983.
- AYERS, A.D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agro. J.*, 44:82-4, 1952.
- BARI, G.; HAMID, A.; AWAN, M.A. Effect of salinity on germination and seedling growth of rice varieties. *International Rice Composition News Letter.*, 22(3):32-6, 1973.
- BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H.E. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 9:25-46, 1958.
- BERNSTEIN, L.; MACKENZIE, A.J.; KRANTZ, B.A. The interaction of salinity and planting practice on the germination of irrigated row crop. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 19(2):240-3, 1955.
- BHUMBLA, D.R.; SING, B.; SING, N.T. Effects of salt on seed germination. *Indian J. Agron.*, 13:181-5, 1968.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudas. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1976. 18p.
- GEORGE, L.Y & WILLIAMS, W.A. Germination and respiration of barley, strawberry and ladino clover in salt solutions. *Crop. Sci.*, 4(5):450-2, 1964.
- GHILDYAL, B.P. & JANAL, R.K. Influence of soil water potential on rice germination and seedling. *Riso*, 15(3):211-8, 1966.
- GOES, E.S. de. *O problema da salinidade e drenagem em projetos de irrigação no Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seus equacionamento*. s.l., SUDENE, 1978. 20p. Mimeografado.
- HARRIS, F.S. Effects of alkali in soils on the germination and growth of crops. *J. Agric. Res.*, 5:01-53, 1915.
- HOLBURT, M.B. The lower Colorado - a salty river. *Calif. Agric.*, 38(10):06-08, 1984.
- NARALE, R.P.; SUBRAMANVAN, T.K.; MUKHERJEE, . Influence of salinity on germination, vegetative growth and grain yield of rice (*Oryza sativa* var. Dular). *Agron. J.*, 61(3):341-4, 1969.
- PEARSON, G.A.; AYERS, A.D.; EBERHARD, D.L. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. *Soil Sci.*, 102(3):151-6, 1966.
- PETRASOVITS, I. The salt tolerance of plants in the germination phase and under irrigation. *Agron. Talajt.*, 17(1-2):61-76, 1968.

- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura/AGIPLAN/BID, 1977. 288p. il.
- PRISCO, J.T & O'LEARY, J.W. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, 20:177-84, 1970.
- PRISCO, J.T.; BARBOSA, L.; FERREIRA, L.G.R. Reguladores do crescimento e a reversão dos efeitos inibidores da salinidade na germinação e vigor de plântulas de *Sorghum bicolor* (L) Moench. **Ci. agron.**, 51(1-2):25-32, 1975.
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. s.l., USDA, 1954. 100p. (Handbook, 60)
- STROGONOV, B.P. **Physiological basis of salt tolerance of plants as affected by various types of salinity**. Trad. de Poljaloff - Mayber e A.M. Mayer. Jerusalém, Israel Program for Scientific Translation Ltda., 1964. 279p.
- TAILAKOV, N. Germination of sorghum and maize seeds in salt solutions. **Izv. Akad. Nauk Tukmen**, 1:3-9, 1967.
- UHVITS, R. Effects of osmotic pressure on water absorption and germination of alfafa seeds. **Am. J. Bot.**, 33:278-85, 1946.
- WIGGANS, S.C. & GARDNER, F.P. Effectiveness of various solutions for simulating conditions as measured by germination and seedling growth. **Agron. J.**, 51(6):815-18, 1969.