

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO À SALINIDADE DO SOLO NO INÍCIO DA FASE VEGETATIVA

Jonas Wesz¹; Walkyria Bueno Scivittaro²; Rogério Oliveira de Sousa³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, cloreto de sódio, condutividade elétrica

INTRODUÇÃO

Atualmente, o cultivo de arroz no Brasil ocupa 2,86 milhões de hectares onde são produzidos cerca de 13,8 milhões de toneladas do grão. Da área total cultivada, 40,5% estão situadas no Rio Grande do Sul (RS), que é responsável por 64% da produção nacional (CONAB, 2011). A participação elevada do Estado na produção nacional de arroz está associada às extensas áreas de solo de várzea, propícias ao cultivo do arroz irrigado por alagamento, ao clima favorável, ao uso de variedades de elevado potencial de produtividade e à adoção de tecnologias modernas, aspectos que determinam produtividade média elevada, de cerca de 7.600 kg ha⁻¹ na safra 2010/11 (CONAB, 2011).

Algumas regiões do RS apresentam, no entanto, limitações específicas ao cultivo do arroz, como a salinidade do solo, decorrentes da própria gênese, pois a formação do solo característica de ambiente costeiro, sob influência de eventos de transgressão e regressão marinhos, resulta na ocorrência de solos sódicos, solódicos ou salinos (STRECK et al., 2008). Ou ainda, decorrentes da água de irrigação, que afeta lavouras das Planícies Costeiras à Laguna dos Patos e da região sul (CARMONA et al., 2009), já que o excesso de sais, além dos danos diretos à planta de arroz, promove o acúmulo de sódio (Na⁺) no solo, prejudicando o estabelecimento da cultura.

A quantidade elevada de sais no solo afeta o crescimento e a produtividade do arroz (GRATTAN et al., 2002), devido ao aumento da pressão osmótica da solução do solo, bem como ao acúmulo de íons no tecido vegetal, que podem ser tóxicos, causar deficiência de outros nutrientes, ou ainda, alterar a condição nutricional da planta, quanto à exigência e habilidade de absorção de nutrientes (MAAS e HOFFMAN, 1977).

A intensidade com que o estresse salino influencia o crescimento e a produtividade do arroz é determinada por fatores associados à própria planta, ao solo e água de irrigação, às práticas de manejo e ao ambiente, destacando-se a cultivar, estádio de desenvolvimento da planta, intensidade e duração do estresse salino, fertilidade do solo, sistema de implantação da cultura, manejo da água de irrigação, temperatura, umidade e poluição do ar (MAAS & HOFFMAN, 1977; PONNAMPERUMA, 1977).

Os genótipos de arroz diferem amplamente quanto à tolerância à salinidade (PONNAMPERUMA, 1977; MELO et al., 2006) e, ainda, com o estádio de desenvolvimento. De forma geral, as plantas são tolerantes durante a germinação e muito sensíveis na fase de plântula. Entre o perfilhamento e diferenciação da panícula, a suscetibilidade diminui progressivamente, voltando a tornarem-se sensíveis a partir da floração (YOSHIDA, 1981).

Realizou-se um experimento para avaliar a tolerância de genótipos de arroz irrigado à salinidade no solo no período compreendido entre a emergência e o início da fase vegetativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, nos meses de outubro e novembro de 2009, utilizando-se bandejas com

¹ Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário Capão do Leão, s/n, Capão do Leão-RS, Cx. Postal 354, CEP 96010-900, jonaswesz@yahoo.com.br

² Eng^a, Agr^a, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br

³ Eng. Agr., Doutor, Professor Associado do Departamento de Solos - UFPel, rosousa@ufpel.tche.br

dimensões de 55x35x9 cm, contendo 15 kg de solo seco proveniente da camada arável (0-20 cm) de um Planossolo Háplico com 110 g dm⁻³ de argila; pH_{água} 5,2; 0,06 dS m⁻¹ de condutividade elétrica (CE_{1:5}); 34,0 mg dm⁻³ de Na; 133,0 mg dm⁻³ de K; 0,58 cmol_c dm⁻³ de Al e 2,0 cmol_c dm⁻³ de Ca+Mg (TEDESCO et al., 1995).

Adubou-se o solo com 30, 60 e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Juntamente às fontes de nutrientes, aplicaram-se os tratamentos de salinidade: testemunha sem sal e quatro níveis de cloreto de sódio (350, 700, 1050 e 1400 mg de NaCl kg⁻¹ de solo). Após, instalou-se, em cada bandeja, um dispositivo coletor de solução do solo (SOUZA et al., 2002) e ajustou-se a umidade do solo, com água destilada, a cerca de 80% da capacidade máxima de retenção, condição na qual o solo foi mantido por dez dias para incubação.

Após a incubação do solo, procedeu-se à semeadura dos genótipos de arroz, sendo dois híbridos ('Avaxi CL' e 'Inov CL') e quatro convencionais ['BRS Bojuru', utilizada como padrão de tolerância à salinidade], 'BRS Sinuelo CL' e as linhagens avançadas do Programa de Melhoramento Genético de Arroz da Embrapa BRA 040081 e BRA 050099]. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas principais, alocou-se o fator nível de salinidade no solo e nas subparcelas, o fator genótipo de arroz. As unidades experimentais (subparcelas) compreenderam 34 plantas de arroz, sendo que a parcela útil, utilizada para a avaliação dos tratamentos, consideraram-se dez plantas escolhidas ao acaso.

Assim que todos os genótipos atingiram emergência superior a 80%, elevou-se o nível de umidade do solo para 100% da capacidade máxima de retenção de água e, quando atingiram o estádio de uma folha (V₁), estabeleceu-se uma lâmina de água constante de 1-2 cm de espessura, a qual foi mantida até que 50% das plantas atingissem o estádio de quatro a cinco folhas (V₄-V₅), que corresponde ao início do perfilhamento, quando procedeu-se à avaliação do experimento. Para o acompanhamento dos estádios de desenvolvimento da planta de arroz, utilizou-se, como referência, a escala de Counce et al. (2000).

A avaliação dos tratamentos compreendeu as determinações de tolerância dos genótipos de arroz à salinidade do solo, por meio da observação visual de sintomas de danos na parte aérea, tendo, como referência, a escala proposta por Ponnampерuma (1977) e pela produção de matéria seca da parte aérea. Os resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias do fator nível de sal por análise de regressão polinomial e do fator genótipo de arroz, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas de danos por salinidade na parte aérea das plantas de arroz iniciaram pelo branqueamento das extremidades das folhas mais velhas, expandindo-se ao terço dessas, com posterior enrolamento. A evolução dos sintomas resultou em redução no crescimento, secamento completo das folhas e, finalmente, morte da planta (Tabela 1). Todos os genótipos mostraram-se tolerantes à salinidade até o nível de 700 mg NaCl kg⁻¹ solo, apresentando, apenas, sintomas brandos de danos nas folhas mais velhas. Com o aumento no nível de salinidade, as linhagens BRA 040081 e BRA 050099 e a cultivar BRS Bojuru apresentaram sintomas de danos mais intensos, sendo classificadas como moderadamente tolerantes, no nível de 1050 mg NaCl kg⁻¹ solo, e moderadamente suscetíveis, no nível mais elevado de salinidade. Ressalta-se o comportamento de moderada suscetibilidade ao nível mais alto de salinidade, manifestado pela cultivar BRS Bojuru, reconhecida como padrão de tolerância à salinidade. Os danos por excesso de sal foram mais intensos para a 'BRS Sinuelo CL', notadamente nos níveis mais elevadas, sendo o único, dentre os genótipos testados, classificado como suscetível, de acordo com a escala de Ponnampерuma (1977). As cultivares híbridas Avaxi CL e Inov CL destacaram-se em relação aos demais pela maior tolerância à salinidade do solo, classificando-se como moderadamente tolerantes mesmo no nível mais alto (1400 mg NaCl kg⁻¹ solo) (Tabela 1).

Ressalta-se que a tolerância à salinidade dos genótipos de arroz variou com o nível

de sal no meio de cultivo. Segundo Fageria (1991), esse é um comportamento possível, visto que genótipos tolerantes sob níveis menores de sal podem não o ser, sob os níveis maiores, razão pela qual se recomenda que as avaliações para salinidade contemplem pelo menos três níveis de sal (baixo, médio e alto).

Tabela 1. Intensidade de sintomas de danos por salinidade em genótipos de arroz irrigado, de acordo com escala de PONNAMPERUMA (1977)¹, em função do nível de NaCl aplicado.

Genótipo	Níveis de salinidade (mg NaCl kg ⁻¹ solo)				
	0 (Test.)	350	700	1050	1400
Avaxi CL	1	2	2	5	5
Inov CL	1	2	2	5	5
BRA 040081	1	2	3	5	7
BRA 050099	1	2	3	5	7
BRS Sinuelo CL	1	2	3	7	9
BRS Bojuru	1	2	2	5	7

¹Escala de avaliação de tolerância de plantas à salinidade: nota 1- tolerante (crescimento e perfilhamento quase normal, sem sintomas nas folhas); nota 2- tolerante (crescimento e perfilhamento quase normal, mas a ponta ou a metade superior das folhas brancas e enroladas); nota 3- tolerante (crescimento e perfilhamento retardados, algumas folhas enroladas); nota 5- moderadamente tolerante (crescimento e perfilhamento severamente retardados, maioria das folhas enroladas, apenas algumas folhas alongadas); nota 7- moderadamente suscetível (crescimento completamente interrompido, maioria das folhas secas, algumas plantas mortas); e nota 9- suscetível (quase todas as plantas mortas).

O aumento nos níveis de salinidade reduziu a produção de matéria seca das plantas de arroz (Figura 1), embora com magnitude variável entre os genótipos testados (Tabela 2). Até o nível médio de salinidade (700 mg NaCl kg⁻¹ solo), não houve distinção entre os genótipos quanto à produção de matéria seca da parte aérea. A partir desse nível de salinidade no solo, a redução na produção de matéria seca foi mais intensa para as cultivares BRS Sinuelo CL e BRS Bojuru e a linhagem BRA 040081, relativamente aos híbridos Avaxi CL e Inov CL. O comportamento observado para a linhagem BRA 050099 foi intermediário aos dos dois grupos relatados. Embora os vegetais disponham de mecanismos de ajuste osmótico e consigam sobreviver em meios com níveis elevados de sal, o fato de utilizarem parte da energia nesse mecanismo pode afetar seu crescimento (DAKER, 1988).

De forma geral, o efeito do incremento no nível de salinidade no solo sobre a produção de massa seca dos genótipos de arroz acompanhou as variações na intensidade de danos por esse fator, indicando a validade do uso de escala visual para avaliar a tolerância de genótipos à salinidade no início da fase vegetativa.

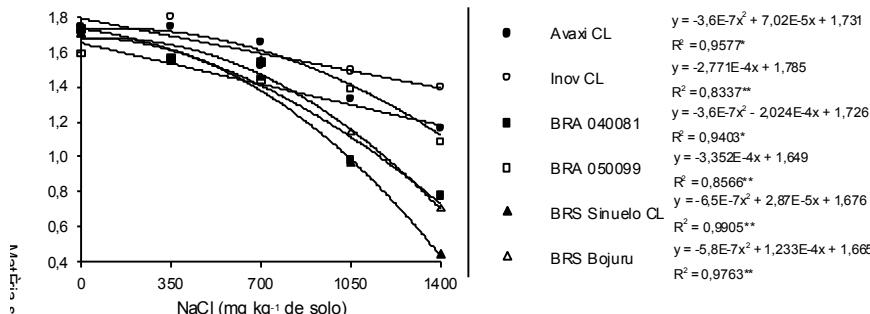


Figura 1. Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de arroz, no estádio de quatro a cinco folhas (V₄-V₅), em função do nível de NaCl aplicado.

**, * Significativo ao nível de 1 e 5%, respectivamente.

Tabela 2. Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de arroz (g/10 plantas), no estádio de quatro a cinco folhas (V₄-V₅), em função do nível de NaCl aplicado.

Genótipo	Níveis de salinidade (mg NaCl kg ⁻¹ solo)				
	0 (Test.)	350	700	1050	1400
Avaxi CL	1,71a	1,74a	1,65a	1,33ab	1,16ab
Inov CL	1,74a	1,80a	1,52a	1,49a	1,40a
BRA 040081	1,73a	1,57a	1,54a	0,98b	0,78bc
BRA 050099	1,59a	1,56a	1,44a	1,39a	1,09ab
BRS Sinuelo CL	1,70a	1,54a	1,45a	0,96b	0,44c
BRS Bojuru	1,70a	1,55a	1,55a	1,14ab	0,70c
CV (salinidade) = 3,5%			CV (genótipo) = 11,4%		

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

CONCLUSÃO

Os híbridos Avaxi CL e Inov CL apresentam maior tolerância à salinidade do solo no período compreendido entre a emergência e o início do perfilhamento, enquanto que a cultivar BRS Sinuelo CL mostra-se mais suscetível a esse fator. Tais cultivares classificam-se, respectivamente, como moderadamente tolerantes e suscetível a nível alto de salinidade no solo, com base na avaliação visual de intensidade de sintomas de danos por excesso de sal.

O aumento no nível de sal no solo afeta a produção de matéria seca das plantas de arroz, com magnitude variável entre genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; HOLZSCHUH, M.; FRAGA, T.I. Estabelecimento do arroz irrigado e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e nível de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 371-382, 2009.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira: grãos safras 2010/2011. Nono Levantamento. Junho/2011. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_06_08_09_01_36_graos_-_boletim_junho-2011..pdf>. Acesso em: 09 junho 2011.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, Madison, v.40, p.436-443, 2000.
- DAKER, A. *Irrigação e drenagem: A água na agricultura*. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1988. v.3, 543p.
- FAGERIA, N.K. Tolerance of rice cultivars to salinity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.2, p.281- 288, 1991.
- GRATTAN, S. R.; ZENG, L.; SHANNON, M. C.; ROBERTS, S. R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. *California Agriculture*, v. 56, p. 189-195, 2002.
- MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, New York, v. 103, p. 115-134, 1977.
- MELO, P. C. S.; FILHO, C. J. A.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; TABOSA, J. N.; SANTOS, F. Seleção de genótipos de arroz tolerantes à salinidade durante a fase vegetativa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1, p.58-64, jan-fev, 2006.
- PONNAMPERUMA, F. N. *Screening rice for tolerance to mineral stresses*. Los Baños: IRRI, 1977. 21 p. (IRRI. Paper series, 6.).
- SOUSA, R. O.; BOHNEN, H.; MEURER, E. J. Composição da solução de um solo alagado conforme a profundidade e o tempo de alagamento, utilizando novo método de coleta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, n.26, p.343-348, 2002.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KЛАMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análise de solos, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, RS: Departamento de solos, UFRGS, 1995. 174p.
- YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.