

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO À SALINIDADE NA FASE REPRODUTIVA

Walkyria Bueno Scivittaro¹; Paulo Ricardo Reis Fagundes²; Ariano Martins de Magalhães Júnior²; Daiane Claudino de Mello³; Ana Paula Levandoski³; Anderson Dias Silveira⁴;

Palavras-chave: sal, estresse, água de irrigação, avaliação visual, produtividade.

INTRODUÇÃO

Na região litorânea do Rio Grande do Sul, é frequente a ocorrência de prejuízos às lavouras de arroz, decorrentes da salinização da água de irrigação. Isto ocorre no verão, particularmente nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com a fase reprodutiva do arroz, momento em que ocorre baixa precipitação pluviométrica, baixando o nível de rios e lagoas que abastecem as lavouras e, em consequência, esses passam a receber direta ou indiretamente água salgada do oceano Atlântico. Na prática, isso se reflete em reduções severas na produtividade do arroz (MACHADO et al., 1999; SANES et al., 2009).

A intensidade com que o estresse salino influencia o crescimento e a produtividade do arroz é determinada por fatores associados ao solo, à água de irrigação e à própria planta. Com relação à planta, destaca-se a influência do genótipo e do estágio de desenvolvimento da cultura. Neste sentido, um genótipo pode manifestar tolerância à salinidade, sobrevivendo e, até mesmo crescendo, ainda que em taxas menores, em determinada fase do ciclo, mas pode ser suscetível, apresentando redução severa no crescimento ou morte, quando o estresse ocorre em outro período (FAGERIA, 1985; CAMBRAIA, 2005).

Resultados de vários trabalhos, realizados até o final da década de 90 na região Sul do Brasil, demonstraram que a tolerância à salinidade de ampla gama de cultivares/linhagens de arroz não ultrapassa 2,5 g L⁻¹ de cloreto de sódio (MACHADO et al., 1999). Desde então, várias cultivares de arroz irrigado foram lançadas e muitas linhagens incorporadas aos programas de melhoramento genético de instituições de pesquisa que atendem a Região, desconhecendo-se, entretanto, sua reação à salinidade.

Pelo exposto, realizou-se o presente trabalho que teve por objetivo avaliar o efeito do nível de sal na água de irrigação aplicada durante a fase reprodutiva em genótipos de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em ambiente natural, em tanques de alvenaria, medindo 2,10 m x 1,35 m e 40 cm de profundidade, preenchidos até a profundidade de 25 cm com terra proveniente da camada arável (0-20 cm) de um Planossolo Háptico com teor baixo de sódio extraível (9 g dm⁻³). Os tratamentos compreenderam três níveis de sal na água de irrigação aplicada durante a fase reprodutiva (água natural (testemunha); solução 0,25% de cloreto de sódio (NaCl) (nível médio) e solução 0,5% de NaCl (nível alto)) e 12 genótipos de arroz irrigado, sendo seis de ciclo precoce (BRS Querência; BRS Pampa; BRA 050106; AB 06046; AB 09025 e AB 10101) e seis de ciclo médio (BRS Sinuelo CL; BRS Bojuru; BRA 040291; BRS CIRAD 302; CNAi 9903; e AB 08020). Esses foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas

¹ Eng.º Agr.ª, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Rod. BR 392 km 78, CEP 96010-971, Pelotas-RS, walkyria.scivittaro@embrapa.br

² Eng. Agr.º, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado.

³ Estudante de Agronomia, FAEM-UFPEL, Bolsista da Embrapa Clima Temperado.

⁴ Estudante de Agronomia, FAEM-UFPEL, Bolsista PROBIC da FAPERGS.

parcelas principais, alocou-se o fator concentração de sal na água de irrigação e nas subparcelas, o fator genótipo de arroz. As unidades experimentais foram constituídas de duas linhas de plantas de 1,35 m de comprimento, espaçadas entre si em 17,5 cm, com espaçamento entre plantas de aproximadamente 5 cm. No sorteio das unidades experimentais, agruparam-se em tanques distintos os genótipos de ciclo precoce e médio.

Dois meses antes da semeadura do arroz, procedeu-se à correção da acidez do solo para pH 5,5 (1,3 t ha⁻¹ de calcário dolomítico PRNT 76%). Em pré-semeadura, realizou-se adubação com ureia (20 kg ha⁻¹ de N), superfosfatotripla (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cloreto de potássio (120 kg ha⁻¹ de K₂O). A adubação nitrogenada em cobertura, como ureia, foi realizada em duas épocas, no estádio de quatro folhas (V4) (60 kg ha⁻¹ de N) e na diferenciação da panícula (estádio R1) (40 kg ha⁻¹ de N). Até a diferenciação da panícula, a irrigação foi realizada com água natural. A partir desse estádio até a maturação, aplicaram-se os tratamentos de sal na água de irrigação, mantendo-se uma lâmina de água de aproximadamente 10 cm. O início da fase reprodutiva dos genótipos de ciclo médio ocorreu, em média, 10 dias após àqueles de ciclo precoce.

Semanalmente, a partir da aplicação dos tratamentos de sal na água de irrigação até a maturação dos grãos, determinou-se o grau de tolerância dos genótipos de arroz à salinidade, considerando-se o percentual de folhas descoloridas e/ou mortas, conforme escala de sintomas visuais (IRRI, 1975). A colheita dos genótipos de arroz foi escalonada, sendo realizada quando esses atingiam a maturação. Após, determinou-se a produtividade de grãos (13% de umidade) e a esterilidade de espiguetas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação visual dos sintomas de danos por salinidade nos genótipos de arroz, foram consideradas três épocas, correspondentes a duas, cinco e oito semanas após a aplicação dos tratamentos de sal (início, meio e final do período de avaliação). Todos os genótipos mostraram-se resistentes ou moderadamente resistentes ao nível médio de salinidade na água (0,25% NaCl), durante todo o período de avaliação. Porém, sob o nível mais alto de salinidade (0,5% NaCl), a variabilidade entre os genótipos foi mais ampla, havendo genótipos resistentes (BRS Sinuelo CL, BRS Bojuru e BRA 040291), moderadamente resistentes (BRS CIRAD 302, CNAi 9903 e AB 08020), moderadamente suscetíveis (BRS Pampa, AB 06046 e AB 10101) e suscetíveis (BRS Querência, BRA 050106 e AB 09025) à salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva (Tabela 1). Os resultados obtidos mostram que os genótipos de ciclo médio apresentam maior tolerância à salinidade, relativamente àqueles de ciclo precoce. Este efeito é mais claro para o nível mais alto de sal na água de irrigação (0,5% NaCl). De modo geral, as cultivares de ciclo mais curto são mais sensíveis a estresses associados ao meio físico e decorrentes de manejo inadequado, uma vez que dispõem de menor período de tempo para se recuperarem dos mesmos.

Todos os genótipos de arroz, independentemente de seu potencial produtivo na ausência do fator sal, tiveram a produtividade de grãos reduzida pela irrigação com água salinizada durante a fase reprodutiva. Os decréscimos em produtividade observados foram proporcionais ao nível de sal na água, exceção feita para a cultivar BRS Bojuru e a linhagem CNAi 9903, ambas do tipo japônica, para as quais os danos em produtividade proporcionados pelos dois níveis de sal na água testados foram semelhantes (Tabela 2). A produtividade de grãos é uma variável bastante sensível à salinidade em arroz, com resposta inversamente proporcional à magnitude do estresse (GRATTAN et al., 2002). Desta forma, aos genótipos com menores perdas em produtividade decorrentes do estresse salino associa-se maior tolerância à salinidade.

O efeito da salinidade na produtividade de grãos dos genótipos de arroz confirma resultados da avaliação visual, indicando maior tolerância dos genótipos de ciclo médio ao estresse por sal. A redução média na produtividade dos genótipos de ciclo médio, sob nível médio e alto de sal na água foi de 32% e 48%, respectivamente, contra reduções médias de 35% e 73%, para os genótipos de ciclo precoce. Destaca-se, porém, a reação de tolerância

da 'BRS Pampa' ao nível médio de sal na água (0,25% NaCl), cuja redução relativa na produtividade foi de 26%, superior, apenas, a do híbrido BRS Cirad 302 (21%) (Tabela 2).

Tabela 1. Intensidade de sintomas de danos por salinidade em genótipos de arroz irrigado, em três épocas de avaliação¹, de acordo com escala visual (IRRI, 1975)².

Genótipo	Solução 0,25% NaCl			Solução 0,50% NaCl		
	Época 1 ²	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
BRS Querência	1	1*	3*	1*	3*	9
BRS Pampa	1	2	3	2*	3*	7
BRA 050106	1	2*	5	3	5	9
AB 06046	1	2*	3*	2	3*	7
AB 09025	1	2*	5	2*	3*	9
AB 10101	1	2	3*	2*	2	7*
BRS Sinuelo CL	1	1	2*	1*	2	3*
BRS Bojuru	1*	2	3	1*	3	3*
BRA 040291	2	3	3	2	3	3*
BRS Cirad 302	1	2	3	1*	3	5
CNAi 9903	1	2	2*	2	3*	5
AB 08020	1	2*	2*	1*	3	5

¹Épocas de avaliação 1, 2 e 3: correspondentes, respectivamente, a duas, cinco e oito semanas após o início da aplicação dos tratamentos com sal no início da fase reprodutiva.

²Escala de avaliação de tolerância de plantas à salinidade: nota 1- crescimento e perfilhamento quase normal, ausência de sintomas nas folhas (resistente); nota 2- crescimento e perfilhamento quase normal, extremidade das folhas esbranquiçadas e enroladas (resistente); nota 3- crescimento e perfilhamento retardado, algumas folhas enroladas (resistente); nota 5- crescimento e perfilhamento severamente retardado, maioria das folhas enroladas, apenas algumas folhas apresentam-se alongadas (moderadamente resistentes); nota 7- interrupção do crescimento, maioria das folhas secas, morte de algumas plantas (moderadamente suscetível); nota 9- morte de quase todas as plantas (suscetível).

*Sintomas intermediários entre a nota atribuída e a imediatamente superior.

Tabela 2. Produtividade de grãos de genótipos de arroz irrigado, em função do nível de sal na água de irrigação.

Genótipo	Água natural	Solução 0,25% NaCl	Solução 0,50% NaCl
	g m ⁻²		
BRS Querência	953 Ac	707 Bd (26) ¹	375 Cef (61)
BRS Pampa	1192 Aa	966 Ba (19)	402 Cde (66)
BRA 050106	1199 Aa	699 Bd (42)	302 Cfg (75)
AB 06046	974 Ac	511 Bef (48)	216 Chi (78)
AB 09025	986 Ac	564 Be (43)	170 Ci (83)
AB 10101	988 Ac	670 Bd (32)	260 Cgh (74)
BRS Sinuelo CL	1138 Aab	879 Bb (23)	495 Cbc (57)
BRS Bojuru	750 Ae	347 Bg (54)	288 Bgh (62)
BRA 040291	1111 Ab	802 Bc (28)	559 Cb (50)
BRS Cirad 302	1104 Ab	873 Bbc (21)	675 Ca (39)
CNAi 9903	866 Ad	466 Bf (46)	461 Bcd (47)
AB 08020	1022 Ab	848 Bbc (17)	657 Ca (36)

¹Os valores entre parêntesis representam o percentual de redução na produtividade relativamente ao tratamento sem adição de sal (água natural).

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

As perdas em produtividade decorrentes do estresse salino estiveram associadas à esterilidade de espiguetas, variável também muito sensível à salinidade na fase reprodutiva (MACHADO; TERRES, 1995). De forma geral, os resultados de esterilidade de espiguetas (Tabela 3) acompanharam aqueles determinados para a produtividade de grãos. Sanes et al. (2009) determinaram correlação negativa entre a produtividade de grãos e a esterilidade de espiguetas de genótipos de arroz irrigado. Destaca-se que a esterilidade em arroz é determinada, também, por componente genético, além de ser influenciada por fatores associados ao meio, particularmente ao frio na fase de emborrachamento.

Os resultados deste estudo devem ter continuidade para a confirmação da tolerância ao sal dos genótipos avaliados e a identificação de fontes de resistência ao sal, visando à incorporação em programa de melhoramento genético de arroz.

Tabela 3. Esterilidade de espiguetas de genótipos de arroz irrigado, em função do nível de sal na água de irrigação.

Genótipo	Água natural	%	
		Solução 0,25% NaCl	Solução 0,50% NaCl
BRS Querência	15,7 Cde	30,5 Bde	56,6 Ac
BRS Pampa	28,1 Ba	32,0 Bcd	60,6 Ac
BRA 050106	18,2 Cbcd	39,8 Bab	71,5 Ab
AB 06046	24,7 Ca	37,4 Bbc	56,7 Ac
AB 09025	16,9 Ccde	39,3 Bab	87,2 Aa
AB 10101	23,6 Cab	40,4 Bab	78,1 Ab
BRS Sinuelo CL	11,9 Be	15,6 Bf	42,8 Ad
BRS Bojuru	12,8 Cde	17,9 Bf	46,2 Ad
BRA 040291	12,6 Cde	18,0 Bf	46,9 Ad
BRS Cirad 302	22,1 Cabc	44,0 Ba	29,3 Ac
CNAi 9903	15,1 Cde	25,7 Be	42,7 Ad
AB 08020	16,8 Ccde	25,9 Be	36,2 Ae

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CONCLUSÃO

Com base em avaliação visual, todos os genótipos de arroz avaliados são resistentes ou moderadamente resistentes ao nível médio de sal (0,25% NaCl) na água de irrigação na fase reprodutiva. No nível alto de sal (0,5% NaCl), distinguem-se dois grupos, um com reação de resistência (genótipos de ciclo médio: BRS Sinuelo CL, BRS Bojuru, BRA 040291, BRS Cirad 302, CNAi 990 e AB 08020) e outro suscetível ao sal (genótipos de ciclo precoce: BRS Pampa, AB 06046, AB 10101, BRS Querência, BRA 050106 e AB 09025).

A salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva reduz a produtividade de grãos e aumenta a esterilidade de espiguetas em arroz. A magnitude desse efeito é proporcional ao nível de sal na água, mas varia em intensidade entre genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. p. 95-105.
- FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, p. 237-243, 1985.
- GRATTAN, S. R.; ZENG, L.; SHANNON, M. C.; ROBERTS, S. R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Richmond, v. 56, p. 189-195, 2002.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). **Standard evaluation system for rice**. Los Baños: IRRI, 1975.
- MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhoramento genético do arroz irrigado na Embrapa Clima Temperado: 8. Tolerância de genótipos à salinidade da água de irrigação, do início da diferenciação da panícula à maturidade - safras 1997/98 e 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 1999. p. 103-106.
- MACHADO, M. O.; TERRES, A. L. Avaliação de genótipos de arroz irrigado para tolerância à salinidade do solo – 1986/87 a 1992/93. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1995, Pelotas. **Anais... Pelotas: EMBRAPA-CPACT**, 1995. p. 88-90.
- SANES, F. S. M.; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V.; MORAES, J. R.; VAHL, L. C. Efeito da salinização da água de irrigação em genótipos de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais... Pelotas: SOSBAI**, 2009. 1 CD-ROM.