

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO À SALINIDADE NA FASE REPRODUTIVA

Lillian Medeiros Barros¹; Thaís Murias Jardim²; Giovana Tavares Silva³; Renata Abreu Rodrigues⁴; Walkyria Bueno Scivittaro⁵; Rosa Maria Vargas Castilhos⁶; José Maria Barbat Parfitt⁷

Palavras-chave: *Oryza sativa*, sal, estresse, sintoma visual, esterilidade.

INTRODUÇÃO

Mais de 70% da produção brasileira de arroz provém das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul (RS), que abrange 56% da área nacional e detém produtividade média elevada, de 7,7 t ha⁻¹ (CONAB, 2017). As lavouras de arroz do RS estão localizadas em seis regiões distintas quanto ao clima, solo e estrutura fundiária: Fronteira Oeste, Campanha, Depressão Central, Planície Costeira Interna, Planície Costeira Externa e Sul. Especificamente na região litorânea do Rio Grande do Sul, abrangendo as lavouras da Planície Costeira, ocorrem com relativa frequência situações de prejuízos, decorrentes da salinização da água dos mananciais. Isto porquê, no verão, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com a fase reprodutiva do arroz, normalmente ocorre menor precipitação pluviométrica, baixando o nível dos rios e lagoas que abastecem as lavouras e, em consequência, tais mananciais passam a receber direta ou indiretamente água salgada do oceano Atlântico, o que, na prática, se reflete em redução na produtividade do arroz.

A intensidade com que o estresse salino influencia o crescimento e a produtividade do arroz é determinada por fatores associado à própria planta, ao solo e à água de irrigação, às práticas de manejo e ao clima, destacando-se a cultivar, o estágio de desenvolvimento da cultura e a intensidade e duração do estresse salino (RHOADS et al., 2000). Os genótipos de arroz diferem amplamente quanto à tolerância à salinidade (YOSHIDA, 1981), embora o nível de tolerância não seja muito alto, particularmente nas cultivares modernas (GRATTAN et al., 2002). A tolerância a esse estresse varia, ainda, com o estágio de desenvolvimento da planta (YOSHIDA, 1981).

Pelo exposto, realizou-se um trabalho com o objetivo de avaliar a tolerância de genótipos de arroz à salinidade da água irrigação na fase reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área experimental localizada no município de Capão do Leão, RS, no período de dezembro de 2015 a abril de 2016. Utilizaram-se tanques de alvenaria dispostos ao ar livre, medindo 2,10 m de comprimento por 1,35 m de largura e 40 cm de profundidade, preenchidos com 25 cm de terra da camada arável (0-20 cm) de um Planossolo Háptico com baixo teor de sódio. Antecedendo à implantação do experimento, procedeu-se à correção da acidez do solo para pH 5,5 e a adubação básica do arroz, com a aplicação em área total de fontes de fósforo (superfosfato triplo) e potássio (cloreto de potássio), em doses correspondentes a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O.

Nos tanques, foram demarcadas 12 linhas de 1,35 m de comprimento, espaçadas entre si em 17,5 cm. Em cada tanque foram semeados seis genótipos de arroz irrigado (duas linhas por genótipo), de forma que cada parcela experimental foi composta por dois tanques adjacentes. A separação de genótipos entre os tanques foi feita de acordo com a duração

¹Estudante de Engenharia Química, IFSul, Praça 20 de setembro, 455, Pelotas-RS, lillianmedeirosb@gmail.com

²Estudante de Agronomia, FAEM/UFPel.

³Estudante de Engenharia Ambiental, UFPel.

⁴Estudante de Gestão Ambiental, IFSul.

⁵Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado.

⁶Engenheira Agrônoma, Dra., Professora da FAEM/UFPel.

⁷Engenheiro Agrícola, Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado.

média de seu ciclo biológico, agrupando-se os genótipos de ciclo precoce e médio em tanques distintos. Quando as plantas de arroz atingiram o estágio de duas folhas, realizou-se desbaste, visando estabelecer um espaçamento entre plantas de aproximadamente 5 cm, totalizando 52 plantas de cada genótipo por parcela experimental.

Os tratamentos compreenderam as combinações de 12 genótipos de arroz irrigado, seis de ciclo precoce (AB 10572, AB 10501, AB 13002, AB 13008, AB 12597 e AB 12683) e seis de ciclo médio (BRS Bojuru, BRS 358, AB 10125, AB 11551, AB 13012 e AB 12625), e três concentrações de sal na água de irrigação: água natural (testemunha), solução 0,25% de cloreto de sódio (NaCl) e solução 0,50% de NaCl, aplicada durante a fase reprodutiva. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições, sendo o fator sal disposto nas parcelas e o fator genótipo, nas subparcelas.

No início do perfilhamento das plantas realizou-se a primeira aplicação de nitrogênio em cobertura, em dose correspondente a 60 kg ha^{-1} de N, como ureia. Imediatamente após, iniciou-se a irrigação do arroz por inundação contínua, com água natural, mantendo-se uma lâmina de água de cerca de 7,5 cm de espessura. Uma segunda aplicação de nitrogênio em cobertura, utilizando a mesma fonte e dose de N, foi realizada no início da fase reprodutiva sobre a lâmina de água. Três dias após e estendendo-se até a maturidade das plantas, aplicaram-se os tratamentos de salinidade na água de irrigação, em quantidade suficiente para manter constante a lâmina de água.

Semanalmente após a aplicação dos tratamentos de sal na água, determinou-se o grau de tolerância dos genótipos de arroz à salinidade, considerando o percentual de folhas descoloridas e mortas, conforme escala de sintomas visuais do IRR1 (1975). A avaliação final do experimento e a colheita do arroz foram realizadas de forma escalonada, à medida que os genótipos de arroz atingiram a maturidade. Por ocasião da maturação, avaliou-se, ainda, a esterilidade de espiguetas do arroz. Estes resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias dos fatores nível de sal na água de irrigação e genótipo de arroz pelos testes de Tukey e Scott-Knott, respectivamente, ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à avaliação visual dos sintomas de danos por salinidade nas plantas de arroz em três épocas: duas, quatro e sete semanas após a aplicação dos tratamentos de sal, correspondendo ao início, meio e final do período de avaliação, respectivamente). No nível médio de sal na água de irrigação (0,25% NaCl), todos os genótipos mostraram-se resistentes ou moderadamente resistentes durante todo o período de avaliação. De modo geral, os genótipos de ciclo precoce apresentaram maior resistência ao nível médio de salinidade em relação àqueles de ciclo médio, exceção feita para a cultivar BRS Bojuru, que apresentou desempenho semelhante ao dos genótipos de ciclo precoce. Vale destacar que a 'BRS Bojuru' é considerada como material de referência com relação à tolerância à salinidade do Programa de Melhoramento de Arroz Irrigado da Embrapa.

A tolerância à salinidade dos genótipos de ciclo precoce e da 'BRS Bojuru' não se manteve no nível mais alto de sal na água (0,50% NaCl). Esse é um comportamento relativamente comum, visto que genótipos tolerantes a níveis menores de sal podem não o ser sob níveis maiores, razão pela qual se recomenda que as avaliações de tolerância à salinidade contemplem pelo menos três níveis de sal (baixo, médio e alto) (FAGERIA, 1991). Sob o nível alto de sal, todos os genótipos mostraram-se moderadamente suscetíveis à salinidade. Portanto, independentemente da duração do ciclo biológico, os genótipos de arroz comportaram-se de forma semelhante quando submetidos ao nível alto de sal na água de irrigação. Machado et al. (1999) já haviam observado que a tolerância de genótipos de arroz irrigado utilizados no Sul do Brasil normalmente se restringe ao nível médio de sal, não ocorrendo em concentrações maiores.

Tabela 1. Intensidade de sintomas de danos por salinidade em genótipos de arroz em função da concentração de sal na água de irrigação. Avaliações realizadas em três épocas ao longo da fase reprodutiva¹.

Genótipo	Solução 0,25% NaCl			Solução 0,50% NaCl		
	Época ¹ 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
AB 10572	3*	3*	5	3*	5*	7*
AB10501	3	3	3*	3*	5*	7*
AB 13002	3	3	3*	3*	5*	7
AB13008	3	3	3*	5	5*	7*
AB 12597	1*	3*	3*	5	7	7*
AB 12683	3	3	3*	3*	5*	7
BRS Bojuru	1*	3	3	3*	7	7*
BRS 358	1*	5	5*	3	7	7*
AB 10125	1*	3*	5	3*	7	7*
AB 11551	1*	3*	5	3*	7	7*
AB 13012	1*	3*	5	5	7*	7*
AB 12625	3*	5	5	5	7	7*

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

Escala de avaliação de tolerância de plantas à salinidade: nota 1- crescimento e perfilhamento quase normal, ausência de sintomas nas folhas (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 (IRRI, 1975).

Com relação à variável esterilidade das espiguetas, determinou-se significância da interação entre os fatores nível de sal e genótipo de arroz (Tabela 2). Muito embora essa seja uma variável bastante sensível ao excesso de sal (MACHADO; TERRES, 1995), três dos genótipos de ciclo precoce avaliados (AB 10501, AB 13008 e AB 12597) mantiveram-se invariáveis em função do nível de sal na água de irrigação. Todos os demais genótipos apresentaram esterilidade variável em função do nível de sal na água de irrigação, sendo identificados três comportamentos distintos dentro desse grupo: i) genótipos em que o índice de esterilidade foi maior na presença de sal, independentemente do nível, relativamente à testemunha sem sal (AB 13002, BRS 358, AB 10125, AB 11551 e AB 13012); ii) genótipos em que índice de esterilidade foi maior no nível mais alto de sal na água (0,50%), não havendo distinção entre os tratamentos testemunha e com uso de nível médio de sal na água (0,25%) (AB 10572 e AB 12683); e iii) genótipos em que o nível de esterilidade aumentou proporcionalmente ao nível de sal na água de irrigação (BRS Bojuru e AB 12625) (Tabela 2). Entre os genótipos avaliados, destaca-se o comportamento favorável daqueles de ciclo precoce, que mantiveram níveis relativamente baixos de esterilidade sob o nível médio de sal na água de irrigação (0,25%).

Ainda com relação à esterilidade de espiguetas, vale acrescentar que, de maneira geral, mesmo na ausência de estresse salino, os índices medidos foram mais altos que o normal para os genótipos avaliados, especialmente os de ciclo médio. Exemplificam esse fato os genótipos AB 10125 e AB 12625, cuja esterilidade foi superior a 40% na ausência de sal (Tabela 2). Atribui-se esse comportamento à ocorrência de outros fatores adversos, em especial a ocorrência de frio na fase reprodutiva e a baixa radiação solar devidas à semeadura tardia do arroz, favorecendo a esterilidade de espiguetas (STEINMETZ, 2004).

Tabela 2. Esterilidade de espiguetas de genótipos de arroz irrigado em função da concentração de sal na água de irrigação na fase reprodutiva.

Genótipo	Nível de sal		
	Água natural	0,25% NaCl	0,50% NaCl
	----- % -----		
AB 10572	19,5 Bb	21,5 Bd	37,9 Ab
AB 10501	17,6 Ab	22,8 Ad	35,2 Ab
AB 13002	14,2 Bb	46,4 Ab	43,0 Ab
AB 13008	17,6 Ab	17,7 Ad	33,9 Ab
AB 12597	26,8 Ab	24,2 Ad	40,0 Ab
AB 12683	23,7 Bb	26,0 Bd	47,9 Ab
BRS Bojuru	14,7 Cb	42,9 Bc	76,1 Aa
BRS 358	23,5 Bb	61,7 Aa	71,7 Aa
AB 10125	40,2 Ba	70,6 Aa	79,3 Aa
AB 11551	29,3 Bb	64,7 Aa	67,8 Aa
AB 13012	29,5 Bb	66,8 Aa	74,2 Aa
AB 12625	49,9 Ca	71,8 Ba	87,8 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si pelos testes de Duncan e Scott-Knott, respectivamente, ao nível de 5%.

CONCLUSÃO

Os genótipos de arroz são resistentes ou moderadamente resistentes ao nível médio de sal água de irrigação aplicada na fase reprodutiva. No nível alto de sal, porém, os genótipos mostram-se moderadamente suscetíveis à salinidade, com base em avaliação visual.

A esterilidade de espiguetas dos genótipos de arroz é intensificada pela irrigação com água salinizada na fase reprodutiva. Esse efeito é maior para os genótipos de ciclo médio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos. Safra 2016/17. Oitavo levantamento. Maio 2017. Brasília: CONAB. 144 p.
- FAGERIA, N. K. Tolerance of rice cultivars to salinity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 281-288, 1991.
- GRATTAN, S. R. et al. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Berkeley, v. 56, p. 189-195, 2002.
- IRRI (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE). **Standard evaluation system for rice. Los Baños:** IRRI, 1975.
- MACHADO, M. O.; TERRES, A. L. Melhoramento genético de arroz irrigado na EMBRAPA-CPACT: IX. Tolerância de genótipos à salinidade do solo - safra 1994/95. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 48-53.
- MACHADO, M. O. et al. 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., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 103-106.
- RHOADES, J. D. et al. Uso de águas salinas para a produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R.; QUEIROZ, J. E. (Ed.). Campina Grande: UFPB, 2000. p. 40-48.
- STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃS JUNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 899p.
- YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.