

RELAÇÃO ENTRE RENDIMENTO DE GRÃOS E ATRIBUTOS DE PLANTA DE ARROZ CULTIVADO EM SOLOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Amanda Posselt Martins¹; Felipe de Campos Carmona²; Marcelo Hoerbe Andrichetti³; Eduardo Giacomelli Cao⁴; Ibanor Anghinoni⁵

Palavras-chave: planície costeira externa, Mostardas, clorofilômetro,

INTRODUÇÃO

O arroz irrigado é considerado moderadamente sensível à salinidade, sendo que o nível crítico, expresso pela condutividade elétrica do extrato de saturação, pode variar de 1,9 dS m⁻¹ (GRATTAN et al., 2002) a 3,0 dS m⁻¹ (AYERS & WESTCOT, 1985), de acordo com a variedade e a textura do solo. Com relação ao nível de sódio, especificamente, Fairhurst et al. (2007) estabeleceram o nível crítico de acordo com a percentagem de sódio trocável no solo (PST), sendo que solos com PST a partir de 20 % são considerados prejudiciais à cultura. Segundo Pearson (1959), os períodos de plântula e reprodutivo do arroz são críticos à salinidade, o que resulta, respectivamente, em perdas no estande (SHANNON et al., 1998) e em esterilidade de espiguetas (FRAGA et al., 2010), atributo esse negativamente correlacionado ao rendimento de grãos (GRATTAN et al., 2002).

O decréscimo do componente osmótico do solo, gerado pelo excesso de sais na solução do solo, faz com que as plantas tenham a sua capacidade de absorção de água restringida, o que diminui a transpiração, pelo fechamento de estômatos e, consequentemente, a assimilação da radiação fotossinteticamente ativa, gerando menor produção de biomassa, com consequente diminuição do perfilhamento e estatura de plantas (SINGH et al., 2007). A coloração verde-azulada e o maior espessamento e cerosidade das folhas também são sintomas típicos do prolongado estresse hídrico, gerado pelo excesso de sais (AYERS & WESTCOT, 1985). Os efeitos negativos do estresse, entretanto, são variáveis entre cultivares. Nesse contexto, faz-se necessário verificar quais os atributos de planta mais afetados pela salinidade, de modo a estabelecer práticas de manejo mitigadoras do estresse salino, para variedades de arroz utilizadas no Rio Grande do Sul.

Este trabalho tem como objetivo verificar quais os atributos de planta melhor se relacionam com o rendimento de grãos de arroz da cultivar IRGA 417, cultivada em solos com diferentes níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Cavalhada, sediada no Município de Mostardas, na região arrozeira denominada Planície Costeira Externa, RS. Foram escolhidos três locais com histórico diferenciado de ocorrência por salinidade, sendo os níveis expressos pela percentagem de sódio trocável (PST), que foi de 9,0 %, 21 % e 32 % (Tabela 1).

As parcelas tiveram a dimensão de 12 m² (4 x 3 m). A semeadura foi realizada em linha, com densidade de 120 kg ha⁻¹ e a cultivar utilizada foi a IRGA 417. Em cada parcela foi aplicado o equivalente a 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, nas formas de SFT e KCl, respectivamente. No estádio V4, foi realizada a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia e, imediatamente após, foi iniciado o alagamento. Na DPF, foi realizada a segunda aplicação de N, de 30 kg ha⁻¹. Cada experimento (local) foi realizado com três

¹ Acadêmica do curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, CEP 91540-000. E-mail: amandaposselt@gmail.com

² Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Instituto Rio Grandense do Arroz. E-mail: felipe.c.carmona@gmail.com

³ Eng. Agrônomo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: 00135966@ufrgs.br

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: duda_cao@hotmail.com

⁵ Professor Convidado, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo/UFRGS. E-mail: ibanghi@ufrgs.br

repetições por tratamento, delineado em blocos casualizados. O controle de plantas daninhas foi feito com herbicidas específicos, aplicados no estádio de desenvolvimento V3 - V4 previamente à entrada de água.

Tabela 1. Atributos químicos e teor de argila na camada de 0 – 20 cm dos solos, nos diferentes locais. Mostardas, RS, safra 2008/2009.

PST	pH	Argila	MOS	P	K	Na	Ca	Mg	CTC _{pH7,0}
%	1:1g kg ⁻¹mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³		
9,0	4,6	150	13,7	38	62	151	1,87	1,96	7,2
21	4,9	140	14,1	26	83	376	2,05	1,77	7,7
32	5,1	130	12,3	36	154	878	2,16	3,14	11,7

Quando as plantas dos tratamentos testemunha atingiram o estádio de V4, procedeu-se a avaliação do estande. Em cada parcela, contou-se o número de plantas emergidas em duas linhas de 1,0 m. Para avaliação da massa seca da parte aérea, efetuaram-se coletas em três estádios de desenvolvimento do arroz: em V4, aos 21 dias após o alagamento (DAA) e no florescimento pleno (FP). Coletou-se 1,0 m de plantas, exceção feita no estádio V4, quando se coletaram 2,0 m. As plantas foram secas em estufa para a determinação da massa seca. Devido ao estabelecimento irregular do estande no solo com PST de 32 %, em função da alta salinidade do solo (Tabela 1), optou-se por apenas uma coleta de plantas, no florescimento pleno. Adicionalmente, aos 42 DAA, mediuse a estatura das plantas e o teor indireto de nitrogênio na folha mais jovem, pelo aparelho clorofilômetro SPAD-502® (MINOLTA, 1989), nos diferentes locais e tratamentos.

Por ocasião da maturação dos grãos, cortaram-se, no nível do solo, duas linhas de 50 cm de comprimento, em cada tratamento. Após contagem do número de perfilhos, o material foi desidratado em estufa, para determinação da massa de perfilhos. Foi avaliado também, o comprimento de panículas. Em seguida, as espiguetas foram retiradas e separadas manualmente das panículas em viáveis e inviáveis, para determinação da massa de 1.000 grãos. A colheita de grãos foi realizada em uma área de 5 m² por parcela. O material colhido foi processado em trilhadora estacionária, sendo que os grãos foram limpos com peneira e pesados com correção de umidade para 13 %.

Foi realizado estudo de regressão, para avaliar-se quais os atributos de planta melhor se relacionaram ao rendimento de grãos, em cada nível de salinidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, todos os atributos de planta avaliados se relacionaram com o rendimento de grãos. Dentre as medições realizadas durante o período vegetativo da planta, o estande apresentou a maior relação (Figura 1a). A massa seca da parte aérea em V4 apresentou maior relação (Figura 1b), quando comparada à massa seca da parte aérea aos 21 DAA (Figura 1c). Dentre as avaliações de biomassa, entretanto, a massa seca da parte aérea no florescimento pleno foi a que melhor se relacionou à produtividade (Figura 1d). Há na literatura informações de que diferentes genótipos de arroz sofrem inibição na produção de biomassa com o aumento da salinidade do meio de cultivo, como apresentado por Grattan et al. (2002) e Fraga et al. (2010). A diminuição do potencial osmótico da solução do solo induz o acúmulo de ácido abscísico pelas plantas (CHAZEN et al., 1995), diminuindo a condutância estomatal e a concentração intercelular de CO₂. Nesse caso, o fechamento de estômatos diminui os potenciais hídrico e osmótico das folhas, além da síntese de constituintes bioquímicos, gerando menor acúmulo de fotoassimilados e, por consequência, menor produção de biomassa (SULTANA et al., 1999).

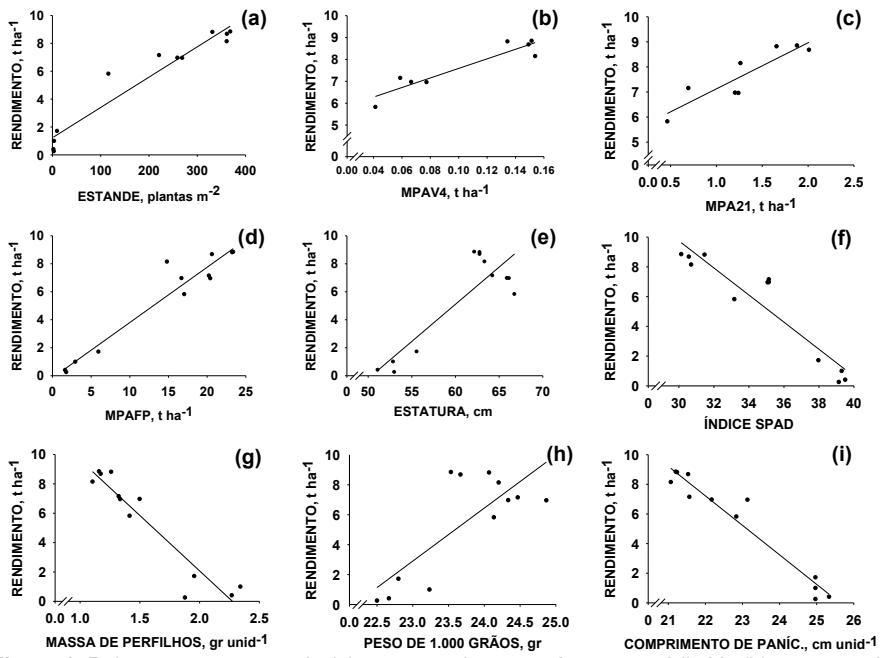


Figura 1. Relação entre o estande (a), a massa da parte aérea no estádio V4 (b), a massa da parte aérea aos 21 dias após o alagamento (c), a massa da parte aérea no florescimento pleno (d), a estatura (e), o índice SPAD (f), a massa de perfilhos (g), a massa de 1.000 grãos (h) e o comprimento de panículas (i) com o rendimento de grãos do cultivar Irga 417, cultivado em solos com diferentes níveis de salinidade, **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$.

Esses resultados demonstram a importância de um adequado estabelecimento inicial da cultura, para se ter o desenvolvimento ideal de massa aérea, que inclui, além do perfilhamento, a estatura de planta, como requisitos para rendimento viável de grãos.

A estatura de planta também apresentou relação com a produtividade da cultura (Figura 1e). Neste caso, a menor produção de massa seca (Figura 1d) pode ser resultado do baixo estande (Figura 1a) e da menor emissão de folhas, já que a produção de perfilhos tende a ser menor em altos níveis de salinidade, o que se reflete em menor estatura. Além disso, o comprimento das folhas também tende a ser menor (SINGH et al., 2007). Outro atributo relacionado ao rendimento foi a massa de 1.000 grãos (Figura 1h). A menor massa de grãos, em função da salinidade, pode ser atribuída à diminuição do tamanho dos grãos.

Dentre os atributos que se relacionaram negativamente com a produtividade, destaca-se o comprimento de panículas (Figura 1i), seguida da massa de perfilhos (Figura 1g) e do índice SPAD (Figura 1f). Apesar da salinidade do solo ter ocasionado os maiores prejuízos à massa seca da parte aérea no florescimento pleno (Figura 1d) justamente na PST de 32 %, os perfilhos remanescentes ficaram mais grossos, pelo maior espaçamento ocasionado pelo baixo estande (Figura 1a), o que contribuiu para o aumento unitário da massa de perfilhos. O mesmo foi observado com relação ao comprimento de panículas, que foi, em média, superior na PST de 32 % (25,1 cm), em relação à PST de 21 % (22,4 cm, em média) e à PST de 9,0 % (21,3 cm).

O maior índice SPAD verificado na PST de 32% pode estar relacionado ao maior acúmulo de amônio nas folhas, conforme constataram Nguyen et al. (2005), em plântulas de

arroz cultivadas em solução de 100 mol L⁻¹ de NaCl, onde o aumento da atividade proteolítica e a diminuição da síntese de proteínas causaram acúmulo de aminoácidos livres, o que pode, indiretamente, ocasionar acúmulo excessivo de amônio nas folhas (HOAI et al., 2003). A coloração verde-azulada, referida por Ayers & Westcot (1999), como um dos sintomas relacionados à salinidade sobre o arroz, pode estar, portanto, relacionada aos teores elevados de nitrogênio nas folhas. Dessa forma, o índice SPAD pode se tornar um indicador rápido e eficiente do estresse causado pela salinidade.

CONCLUSÃO

Os atributos de planta, sob diferentes condições de estresse pela salinidade do solo, que melhor se relacionaram positivamente à produtividade são o estande e a massa seca da parte aérea no florescimento pleno, e, negativamente, foi o comprimento de panículas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCH, F.; DINGKUHN, M.; DÖRFFLING, K.; MIEZAN, K. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. *Euphytica*, Amsterdam, v.113, p.109-118, 2000.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. *Water quality for agriculture*. Roma: FAO, 1985. 174p.

CHAZEN, O.; HARTUNG, W.; NEUMANN, P.M. The different effects of PEG 6000 and NaCl on leaf development are associated with differential inhibition of root water transport. *Plant and Cell Physiology*, Oxford, v.18, p.727-735, 1995.

FAIRHURST, T.H.; WITT, C.; BURESH, R.J.; DOBERMANN, A. *Rice: A practical guide to nutrient management*. 2.ed. Cingapura: IRRI : IPNI, 2007. 137 p.

FRAGA, T.I.; CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; GENRO JUNIOR, S.A.; MARCOLIN, E. Flooded rice yield as affected by levels of water salinity in different stages of its cycle. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.34, p.175-182, 2010.

GRATTAN, S.R.; ZENG, L.; SHANNON, M.C.; ROBERTS, S.R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. *California Agriculture*, Oakland, v.56, p.189-195, 2002.

HOAI, N.T.T.; SHIM, I.S.; KOBAYASHI, K.; USUI, K. Accumulation of some nitrogen compounds in response to salt stress and their relationships with salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Plant Growth Regulation*, Amsterdam, v.41, p.159-164, 2003.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. *Manual for chlorophyll meter SPAD 502*. Osaka: Minolta. Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.

NGUYEN, H.T.T.; SUNG, S.I.; KOBAYASHI, K.; USUI, K. Regulation of ammonium accumulation during salt stress in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Plant Production Science*, Tóquio, v.8, p.397-404, 2005.

PEARSON, G.A. Factors influencing salinity of submerged soils and growth of Caloro rice. *Soil Science*, Filadélfia, v.87, p.198-206, 1959.

SHANNON, M.C.; RHODES, J.D.; DRAPER, J.H.; SCARDACI, S.C.; SPYRES, M.D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California. *Crop Science*, Madison, v.38, p.394-398, 1998.

SINGH, M.P.; SINGH, D.K.; RAI, M. Assessment of growth, physiological and biochemical parameters and activities of antioxidative enzymes in salinity tolerant and sensitive basmati rice varieties. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Hoboken, v.193, p.398-412, 2007.

SULTANA, N.; IKEDA, T.; ITOH, R. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*, Amsterdam, v.42, p.211-220, 1999.