

DEFICIÊNCIA HÍDRICA ALTERA O DESEMPENHO FISIOLÓGICO EM PLANTAS DE ARROZ IRRIGADO EM ESTÁDIO REPRODUTIVO

Laryssa Barbosa Xavier da Silva¹; Thais Stradioto Melo²; Germani Concenço³; José Maria Barbat Parfitt⁴; Paola Acosta Vieira⁵; Erexauá Michalski de Almeida⁶; Alissom Veiga Barcelos⁷; Sidnei Deuner⁸.

Palavras-chave: analisador de gases no infravermelho, tensão de água no solo, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado alimento base da dieta para metade da população brasileira; estima-se que o consumo per capita situa-se em aproximadamente 45 kg ano⁻¹, sendo importante o incentivo à produção com a premissa de suprir os níveis de oferta e demanda do produto. A nível mundial, o Brasil ocupa a nona posição no ranking de produção de arroz (FAO 2015), sendo os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, responsáveis por cerca de 80% da produção nacional (IBGE, 2015). O fato da grande produção concentrada nos dois estados se dá pelo conjunto de condições climáticas favoráveis e ao manejo da irrigação via inundação contínua (MAGALHÃES & MORAIS, 2013). Estas práticas possibilitam altas produtividades, garantindo estabilidade de produção.

No manejo da irrigação na cultura do arroz, é comum o estabelecimento de períodos aerados na chamada irrigação intermitente (SILVA & PARFITT, 2005) visando economizar água, mas nos períodos de aeração não é comum a caracterização do nível do estresse hídrico ao qual a planta é submetida, quando em condições com redução de irrigação. Estudos exploram o comportamento de diferentes genótipos de arroz em condições de déficit hídrico, uma vez que este afeta o desenvolvimento das plantas nos diferentes estádios de desenvolvimento. Comparado as demais culturas, como o milho por exemplo, o arroz não apresenta mecanismos tão desenvolvidos a fim de minimizar a perda de água, visto que é uma planta semi-aquática e, portanto, adaptada a alta disponibilidade hídrica. Assim, essa espécie não apresenta naturalmente uma alta capacidade de utilizar a água de modo mais controlado. Aliado a outros fatores, por exemplo, as folhas do arroz possuem pouca cera cuticular (FUKAI & COOPER 1995).

Durante o ciclo do arroz, a cultura passa por três etapas distintas: fase vegetativa (emergência a diferenciação da panícula), fase reprodutiva (diferenciação da panícula a floração) e enchimento de grãos (floração a maturação de grãos) (BOSCO et al., 2006). A fase vegetativa apresenta menor sensibilidade a condições de deficiência hídrica, prejudicando fatores como a taxa fotossintética, eficiência de uso da água, entre outros, porém sem grandes impactos em perda de produtividade (SILVA & PARFITT, 2005). Já a fase reprodutiva é considerada a mais limitante quanto aos níveis de déficit hídrico, acarretando menor número de grãos por panícula e esterilidade de espiguetas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros relacionados as trocas gasosas em plantas de arroz submetidas a condições de estresse hídrico no período reprodutivo.

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, estagiária em Sistemas de Produção, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Rodovia BR 392, km 78, 9º Distrito - Monte Bonito, RS, CEP. 96010-971 E-mail: laryssaxavier@hotmail.com

²Engenheira Agrônoma, Me., Doutoranda em Fisiologia Vegetal, UFPel. E-mail: thais.stradioto1@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. E-mail: germani.concenço@embrapa.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. E-mail: jose.parfitt@embrapa.br

⁵Graduanda em Tecnologia de alimentos; UFPel, Pelotas/RS. E-mail: pacostavieira@gmail.com;

⁶Graduando em Agronomia, UFPel, Pelotas/RS. E-mail: alissombarcelos@gmail.com

⁷Engenheiro Agrônomo, estagiário Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. E-mail: erexaua.rs@gmail.com

⁸Engenheiro Agrônomo, Dr. Prof. Adjunto, UFPel, Pelotas/RS. E-mail: sdeuner@yahoo.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em ambiente controlado na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão-RS, coordenadas geográficas -31.8153; -52.4698, com delineamento experimental de blocos casualizados com seis repetições. As parcelas constaram de caixas plásticas escuras com capacidade para 36 litros, contendo 48 kg de planossolo hidromórfico previamente adubado e corrigido quanto ao pH.

Foram semeadas em cada parcela 2 g de sementes de arroz da cultivar BRS-Pampeira, na profundidade de 2 cm. As plântulas emergiram seis dias após a semeadura e o experimento foi conduzido de acordo com as recomendações oficiais para a cultura do arroz (SOSBAI, 2018) até o início da fase reprodutiva (estádio R1), quando foram estabelecidos os tratamentos de níveis de estresse hídrico de maneira contínua: 10 kPa; 30 kPa e 45 kPa, além de uma testemunha inundada livre de estresse hídrico.

Para monitorar a tensão de água no solo no período em que o solo esteve drenado, foram instalados sensores Watermark® em cada parcela, na profundidade de 10 cm. Quando a tensão da parcela atingiu a tensão pré-determinada para o tratamento, essas foram irrigadas de forma que a tensão de água no solo retornasse ao valor zero (solo saturado). Quinze dias após o estabelecimento dos níveis de estresse, no estágio R2 da cultura, foi realizada a avaliação do desempenho fisiológico das plantas com um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca Walz, modelo GFS-3000, em sistema aberto, com luminosidade, temperatura, concentração de CO₂ e umidade do ar naturais. Os parâmetros estudados foram: A (taxa de assimilação líquida de CO₂), Ci (concentração de CO₂ subestomático), ΔC (variação de carbono), ΔT (aquecimento foliar), E (Transpiração), EC (Eficiência de caboxilação), Gs (condutância estomática), IWUE (Eficiência intrínseca do uso da água), Tleaf (Temperatura de folha), VPD (Défice de pressão de vapor) e WUE (Eficiência do uso da água).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, e os dados foram explorados por regressão linear de primeiro grau, relacionando o nível de estresse com a resposta do parâmetro fisiológico em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A supressão da irrigação em lavouras de arroz pode contribuir para a redução na utilização de água, com menor custo com irrigação, menor dano ambiental, redução de impactos na superfície do solo durante a colheita, e possibilidade de ampliar a área cultivada, com o mesmo volume de água (GOMES, 2008). Entretanto, a época de supressão da irrigação apresenta importância para determinação do período em que a planta estará em estresse hídrico, podendo assim afetar a produtividade da cultura (MOLINA, 2007).

Segundo o modelo proposto por Jensen (1968) a produtividade é diretamente relacionada com as condições hídricas das plantas nos seus diferentes estágios fenológicos, no qual, a produtividade relativa se dá pelo produto dos valores da transpiração em cada fase fenológica. Acredita-se que a resposta da cultura por deficiência hídrica pode ser explicada pela interferência dos processos fisiológicos, tais como transporte de carboidratos, níveis de fotossíntese, redução de índice de área foliar (IAF), entre demais sinais (PINTO, 2005).

A diminuição da taxa de transpiração (E) é associado ao fechamento estomático, na qual a planta tende a realizar o fechamento em condições de estresses luminosos e/ou hídricos, ou seja, menor taxa fotossintética, resulta em menor acúmulo de matéria seca pela planta (BRODRIBB & HILL, 2000). A condutância estomática (Gs) é determinada a partir da quantidade e diâmetro dos estômatos, caracteres que variam além da deficiência hídrica, de demais fatores endógenos e ambientais. Com base na figura 1, a partir das avaliações realizadas no período reprodutivo inicial da cultura, foram obtidos resultados significativos aos níveis estatísticos estudados.

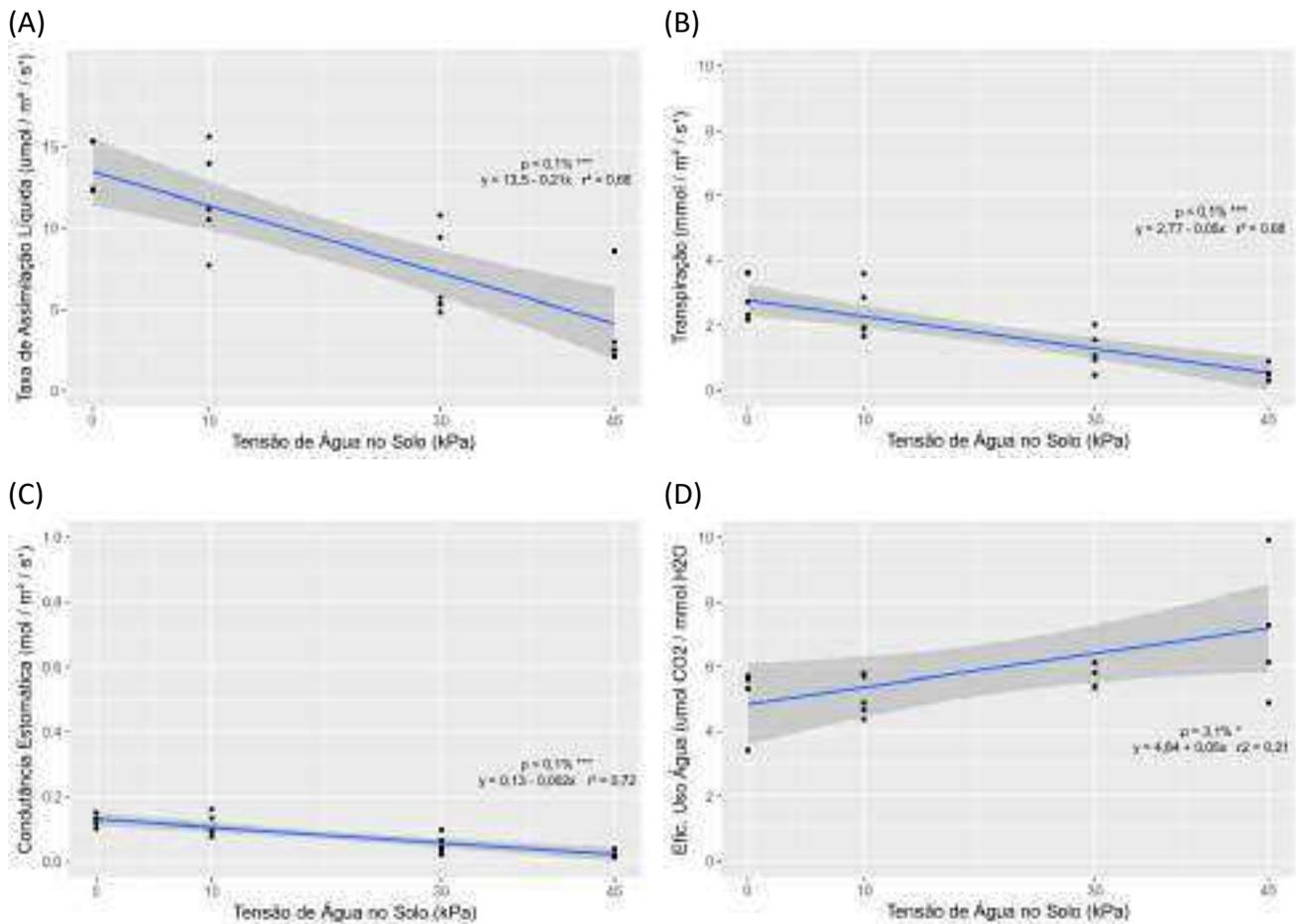


Figura 1. Taxa de assimilação líquida (A), Transpiração (B), Condutância estomática (C), Eficiência de uso da água de plantas de arroz cv. BRS-Pampeira sob diferentes tensões de água no solo.

A taxa de assimilação líquida, ou taxa fotossintética (Figura 1a), decresceu linearmente com o aumento na intensidade do estresse hídrico imposto às plantas. Enquanto a testemunha livre de estresse assimilou 12 - 15 $\mu\text{mol} \text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, somente 2 - 6 $\mu\text{mol} \text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foram assimilados no maior nível de estresse hídrico (Figura 1a). Similarmente, a taxa transpiratória (Figura 1b) e a condutância estomática (Figura 1c) também decresceram com o aumento no nível de estresse aplicado às plantas, porém em menor intensidade comparativamente à taxa fotossintética (Figura 1a). A taxa transpiratória foi reduzida de 2,1 - 2,6 $\text{nmol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, para 0 - 0,5 $\text{nmol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, no maior nível de estresse (Figura 1b); similarmente, a condutância estomática foi reduzida de 0,10 - 0,16 $\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, na testemunha para 0 - 0,06 $\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, no maior nível de estresse (Figura 1c).

A eficiência do uso da água (Figura 1d) descreve a relação entre a quantidade de CO_2 assimilada em determinado período, e a quantidade de água perdida pela planta no mesmo intervalo de tempo; quanto maior, mais eficiente é a planta em assimilar CO_2 por volume de água perdido para a atmosfera (CONCENÇO, 2008). A eficiência de uso da água (Figura 1d) aumentou de 3,8 - 6,0 $\mu\text{mol} \text{CO}_2 \text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$ para 5,8 - 8,2 $\mu\text{mol} \text{CO}_2 \text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$ quando o nível de estresse aumentou de zero para 45 kPa de tensão de água no solo. Como não houve aumento proporcional de taxa fotossintética com o incremento no nível de estresse, hipotetiza-se que a eficiência do uso da água aumentou em função da maior dificuldade da planta em retirar água do solo em níveis de estresses mais altos, o que proporcionou menor velocidade de fluxo de água das raízes para as folhas, e o conseqüente menor volume de água transpirado durante período equivalente de abertura estomática. Com a diminuição da disponibilidade de água, conseqüentemente há o fechamento dos estômatos como estratégia de evitar perdas via transpiração (CONCENÇO, 2008).

Segundo Silva et al. (2015), a sensibilidade ao déficit hídrico de plantas de arroz em estágio reprodutivo inicial (período entre iniciação da panícula e floração), é maior quando comparadas com as fases vegetativa e reprodutivo pós-floração (período de enchimento de grãos e maturação). Ainda de acordo com o autor, no período reprodutivo, em resposta ao aumento da tensão de água no solo para 40kPa, notou-se queda de 30% na produção de grãos comparado a irrigação por inundação contínua; já com tensão de 20kPa, não houve alterações na produtividade de grãos. Stone et al. (2006), trabalhando com arroz no estado de Mato Grosso em sistema de irrigação via aspersão, estabeleceu a tensão de 25kpa como marco máximo para irrigação.

A cultivar de arroz BRS-Pampeira apresenta alta sensibilidade a deficiência hídrica no período reprodutivo inicial, onde o aumento da tensão de água do solo interfere negativamente nas funções fisiológicas, podendo interferir na produtividade final da cultura.

CONCLUSÃO

O estresse hídrico, aplicado às plantas de arroz no período de desenvolvimento vegetativo, ocasionam redução nos parâmetros fotossintéticos taxa de assimilação líquida de CO₂, taxa transpiratória, condutância estomática e eficiência do uso da água, sendo a redução proporcional ao nível de estresse aplicado até 45 kPa de tensão de água no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSCO, N. A. S. L. C., WALTER, S. M. L. C., MARCOLIN, E. Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, 2006.
- BRODRIBB, T.J.; HILL R.S. Increases in water potential gradient reduce xylem conductivity in whole plants. Evidence from a low-pressure conductivity method. **Plant Physiology**, v 123, p. 1021-1028, 2000.
- CONCENÇO, G. Caracterização de biótipos de capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) resistentes e suscetíveis ao quinclorac e desenvolvimento de método para detecção rápida da resistência . **Tese (Doutorado)**. Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 78p. 2008.
- SILVA, C. A. S.; PARFITT, JMB. Irrigação por inundação intermitente para culturas em rotação ao arroz em áreas de várzea do Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.
- FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 05 mai. 2019.
- FUKAI S.; COOPER, M. Development of droughtresistant cultivars using physio-morphological traits in rice. **Field Crops Research**, New York, v. 40, n. 1, p. 67- 86, 1995.
- GOMES, A. S. et al. A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 250. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 44 p.
- JENSEN, M.E. Water consumption by agricultural plants. In: KOZLOWSKY, T.T. (Ed.). Water deficits and plants growth. New York: **Academic Press**, 1968. p. 1-22.
- MOLINA, F. et al. **Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en inia olimar**. INIA Treinta y Tres: arroz - resultados experimentales 2006-07. Montevideo, 2007. Cap.2, p.11-21.
- PINTO, M.A.B. Irrigação por aspersão em arroz em função da tensão de água no solo. **Tese (Doutorado)** — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 68 f. 2015.
- SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.
- SILVA, J. T. et al.. (2015). Resposta do arroz irrigado ao déficit hídrico em diferentes fases fenológicas. **Ciência e tecnologia para otimização da orizicultura: anais**. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Sosbai, 2015.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. 2018.
- STONE, L.F. et al.. Cultivo do arroz de terras altas no Estado do Mato Grosso. Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (**Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de produção**, 7). 2006. (**Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de produção**, 7).