

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE ARROZ EXPOSTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS E NÍVEIS DE ÁGUA NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

Gerson Meneghetti Sarzi Sartori¹; Enio Marchesan²; Fernando Teixeira Nicoloso³; Júlia Gomes Farias⁴; Cristian Fernandes Azevedo⁵; Lucas Lopes Coelho⁶; Eduardo Figuera⁷

Palavras-chave: *Oryza sativa*, nitrogênio, estresse oxidativo.

INTRODUÇÃO

Um dos fatores mais importantes para elevar o rendimento de grãos de arroz irrigado consiste em coincidir o período mais responsivo da cultura com a ocorrência de maior radiação solar e temperatura adequada. No entanto, para que isso ocorra, o início da semeadura do arroz é realizado em período no qual as temperaturas do ar e do solo são relativamente baixas, podendo haver estresses e uma série de mudanças morfofisiológicas na cultura. Uma alternativa para minimizar os estresses por temperatura baixa nos estádios iniciais de desenvolvimento do arroz seria o uso do sistema de cultivo pré-germinado, pois a lâmina de água, pelas suas propriedades de alto calor específico e calor latente, contribuiria para tamponação das flutuações de temperatura. Porém, nesse sistema, a lâmina de água é um dos fatores que pode causar estresse, devido a baixa concentração de O₂, podendo haver formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), como peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (DAMANIK et al., 2012), causando danos aos lipídios de membrana, proteínas e pigmentos fotossintéticos. Em vista disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta inicial de duas cultivares de arroz irrigado à diferentes temperaturas do ar e alturas de lâmina de água no sistema de cultivo pré-germinado, através de parâmetros relacionados ao status de estresse oxidativo, crescimento e nutrição mineral de plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no ano de 2012 em câmara fitotron na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O delineamento foi o inteiramente casualizado, em esquema trifatorial (2 x 2 x 3), sendo o primeiro fator composto pelas temperaturas do ar (17 e 20°C), o segundo fator pelas cultivares de arroz irrigado (IRGA 425 e Epagri 114) e o terceiro fator pelas alturas de lâmina de água (1, 5 e 9 cm). As unidades experimentais foram constituídas de bandejas plásticas com área útil de 0,129 m², o substrato utilizado foi solo sem adubação com as seguintes características no momento da semeadura: pH água (1:1) = 5,6; Ca cmol_c dm⁻³ = 3,3; Mg cmol_c dm⁻³ = 1,0; Al cmol_c dm⁻³ = 0,0; Saturação Al (%) = 0,0; Saturação Bases (%) = 58,2; MO (%) = 2,2; P – Mehlich mg dm⁻³ = 24,8; K mg dm⁻³ = 200. O sistema de cultivo foi o pré-germinado, sendo as lâminas de irrigação formadas 20 dias antes da semeadura. A quantidade de semente utilizada foi correspondendo a 310 sementes m⁻², sendo a pré-germinação das mesmas conforme (SOSBAI, 2010). Após a pré-germinação, realizou-se a semeadura de forma manual.

Avaliou-se a massa seca da parte aérea aos 25 dias após a semeadura (DAS) (estádio V₃) coletando-se três plantas por bandeja, e após realizado a secagem em estufa à temperatura de 65°C. O nitrogênio acumulado planta⁻¹ foi determinado através do autoanalisador de nitrogênio, carbono e enxofre, modelo FLASH 2000, utilizando as mesmas plantas utilizadas para determinação da massa seca. Avaliou-se também a concentração de carotenóides aos 25 DAS pelo método de Hiscox & Israelstam (1979) e estimada com metodologia de Lichtenthaler's (LICHTENTHALER, 1987). Também aos 25

¹Eng. Agr. M.Sc. Grupo de Pesquisa em Arroz Irrigado da Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, n° 1000, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, E-mail: gersonmss@yahoo.com.br

²Eng. Agr. Dr. Universidade Federal de Santa Maria.

³Eng. Agr. Dr. Universidade Federal de Santa Maria.

⁴Biol. M.Sc. Universidade Federal de Santa Maria.

^{5,6,7} Alunos do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

DAS, determinou-se a concentração de H_2O_2 na parte aérea das plântulas de acordo com Loreto & Velikova (2001). A atividade da superóxido dismutase (SOD) foi determinada pelo método de Misra & Fridovich (1972). Utilizou-se o teste F para análise da variância, sendo as médias dos fatores qualitativos, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para o fator quantitativo, quando significativo, foi submetido à análise de regressão polinomial em nível de significância de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do ar e a altura da lâmina de água afetaram negativamente a massa seca da parte aérea e o acúmulo de nitrogênio no tecido das cultivares (Figura 1 A; B, respectivamente). Houve maior produção de biomassa na parte aérea e maior acúmulo de nitrogênio na temperatura da água em 20°C, ocorrendo redução linear desses parâmetros com o aumento da altura da lâmina de água. Aos 17°C não houve influência da altura da lâmina de água para esses parâmetros. A redução na absorção de nitrogênio pode ter sido decisiva para a falta de diferenciação na resposta de crescimento entre as lâminas de água na temperatura de 17°C, uma vez que, mesmo na menor lâmina, já se observou crescimento reduzido. Dentre os efeitos ocasionados pelo estresse por frio está a redução da atividade metabólica (CHINNUSAMY et al., 2007), a qual resulta em menor produção de biomassa. Além da produção de biomassa, a mineralização e a disponibilidade de nitrogênio para as plantas são, consideravelmente, dependentes da temperatura na rizosfera (AZAM et al., 2003).

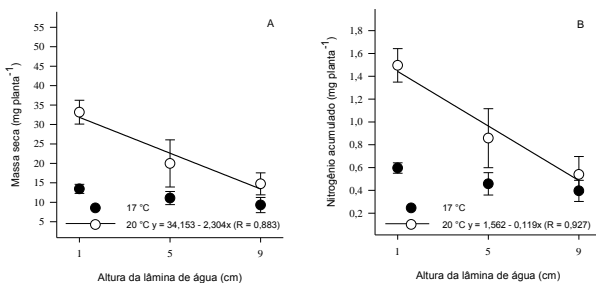


Figura 1- Massa seca da parte aérea (A) e nitrogênio acumulado planta⁻¹ (B) aos 25 dias após a semeadura, em função da temperatura e da altura da lâmina de água. Santa Maria, RS. 2013.

A concentração de H_2O_2 na parte aérea da cultivar IRGA 425 aos 17°C não foi alterada pela variação da altura da lâmina de água (Figura 2 A). No entanto, aos 20°C (Figura 2 B), houve redução linear da concentração de H_2O_2 (11%) pelo aumento da altura da lâmina de água, indicando maior tolerância desta cultivar ao incremento da lâmina de água. Por outro lado, a cultivar Epagri 114, aos 17°C, apresentou aumento de 60% na concentração H_2O_2 na parte aérea com o aumento da lâmina de água de 1 para 9 cm, não sendo influenciada a na temperatura de 20°C. Segundo Matsumura et al. (2002), a exposição de plantas de arroz à baixa temperatura por um período prolongado pode levar à acumulação de H_2O_2 .

Em relação à atividade da superóxido dismutase (SOD) (Figura 3 A; B), em ambas as cultivares e temperaturas do ar a maior atividade da SOD ocorreu na maior lâmina de água (9 cm). A atividade da SOD na Epagri 114, foi 73 e 8% maior na lâmina de 9 cm comparada a 1 cm para a temperatura 17°C e 20°C, respectivamente. Na IRGA 425, esse aumento foi de 46 e 36% para as temperaturas de 17°C e 20°C, respectivamente. Nesse sentido, a SOD se destacou como uma enzima importante do sistema de defesa do arroz, demonstrando claramente o efeito da temperatura e da altura da lâmina de água. Isso porque a SOD é a

primeira enzima que atua no processo de detoxificação, convertendo o radical ânion superóxido para peróxido de hidrogênio (DAMANIK et al., 2012). Observa-se também, que a concentração de carotenóides também foi afetada pela alteração da lâmina de água, com menor concentração na maior lâmina (9 cm), em ambas as temperaturas, para a cultivar Epagri 114 (Figura 4 A; B). Por outro lado, a IRGA 425 sofreu menor interferência da temperatura e da lâmina de água.

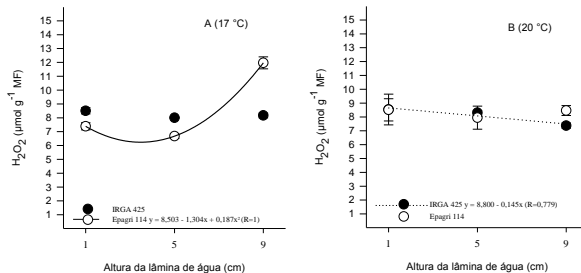


Figura 2- Concentração de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na parte aérea, na temperatura de 17°C (A) e 20°C (B) aos 25 dias após a semeadura em função da cultivar de arroz e da altura da lâmina de água. Santa Maria, RS. 2013.

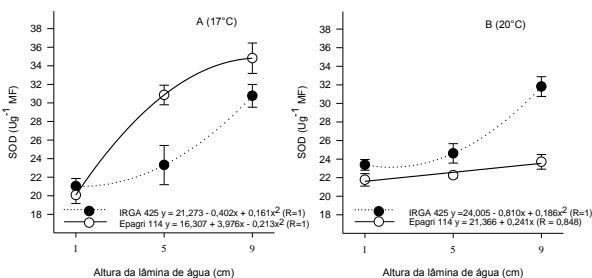


Figura 3- Atividade da superóxido dismutase (SOD) aos 17°C (A) e 20°C (B), aos 25 dias após a semeadura, em função da cultivar de arroz e da altura da lâmina de água. Santa Maria, RS. 2013.

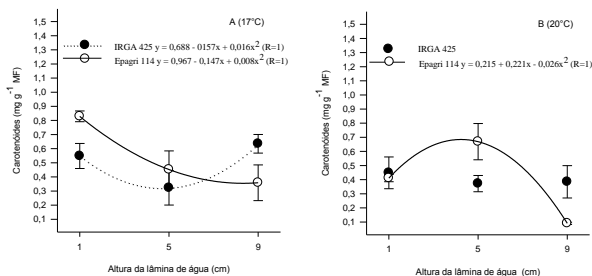


Figura 4- Concentração de carotenóides aos 17°C (A) e 20°C (B) aos 25 dias após a semeadura, em função da cultivar de arroz e da altura da lâmina de água. Santa Maria, RS. 2013.

A diminuição na concentração de carotenóides com o aumento da lâmina de água traz consequências marcantes em plantas, como menor crescimento e desenvolvimento, ou

menor acúmulo de massa seca, como foi observado no presente estudo com o aumento da lâmina de água. Isso porque carotenóides são importantes para absorção de luz durante a fotossíntese, bem como no processo de dissipação do excesso de excitação dos fotossistemas.

CONCLUSÃO

A temperatura do ar e a altura da lâmina de água afetam a absorção de nitrogênio, o acúmulo de massa seca e o estresse oxidativo em plântulas de arroz no sistema pré-germinado, havendo diferenças entre cultivares. Os menores estresses são observados na lâmina de água de 1 cm, sob temperatura de 20°C, sendo a cultivar IRGA 425 mais tolerante ao incremento da lâmina de água.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor, pela bolsa de produtividade em pesquisa para o segundo autor e de iniciação científica ao sexto autor. À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao quinto autor. Ao CNPq e a FAPERGS pelo auxílio financeiro para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZAM, F. et al. Response of flooded rice (*Oryza sativa* L.) to nitrogen application at two root-zone temperature regimes in a pot experiment. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 38, n. 1, p. 21-25, 2003.
- CHINNUSAMY, V. et al. Cold stress regulation of gene expression in plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.12, n.10, p. 444-451, 2007.
- DAMANIK, R.I. et al. Response of antioxidant systems in oxygen deprived suspension cultures of rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.67, n.1, p. 83-92, 2012.
- HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G.E. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.57, p.1132-1134, 1979.
- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.
- LORETO, F.; VELIKOVA, V. Isoprene produced by leaves protects the photosynthetic apparatus against ozone damage, quenches ozone products, and reduces lipid peroxidation of cellular membranes. **Plant Physiology**, Washington, v.127, p.1781-1787, 2001.
- MATSUMURA, T. et al. Wheat catalase expressed in transgenic rice can improve tolerance against low temperature stress. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.116, n.3, p.317-327, 2002.
- MISRA, H.P.; FRIDOVICH, I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and simple assay for superoxide dismutase. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.244, p.6049-6055, 1972.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / 28**. Reunião Técnica da cultura do Arroz Irrigado, Bento Gonçalves, RS. Porto Alegre, 2010. 188p.
- UPADHYAYA, H. et al. Hydrogen peroxide induces oxidative stress in detached leaves of *Oryza sativa* L. **General Applied Plant Physiology**, Sofia, v.33, n. 1-2, p. 83-95, 2007.