

# INDUÇÃO DE CONTRASTE NA TEMPERATURA DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM A DURAÇÃO DA FASE VEGETATIVA DO ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz<sup>1</sup>; Walkyria Bueno Scivittaro<sup>2</sup>; Jackson Brasil Acosta Pintanel<sup>3</sup>; Anderson Buss Schneider<sup>4</sup>; Alcides Cristiano Morais Severo<sup>5</sup>; Matheus Fernandes da Silva<sup>6</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., resfriamento, aquecimento, diferenciação da panícula,

## INTRODUÇÃO

Embora os níveis atuais de produtividade do arroz irrigado no Rio Grande do Sul sejam relativamente altos (acima de 7,0 t ha<sup>-1</sup>), acredita-se que estes possam ser ainda maiores se forem melhorados alguns aspectos relacionados com o manejo da cultura. Dentre esses, destaca-se a segunda adubação nitrogenada em cobertura, que é feita no período compreendido entre o fim da fase vegetativa e o início da fase reprodutiva, nos estádios de iniciação da panícula (IP ou R0) ou de diferenciação da panícula (DP ou R1) (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2010). R0 e R1 referem-se aos estádios de desenvolvimento da planta de acordo com a escala de Counce et al. (2000).

Uma dificuldade para estimar a duração da fase vegetativa da planta (FV) é que ela é muito variável por ser dependente da temperatura (STEINMETZ et al., 2009). Assim, determinadas modificações no manejo da lavoura, como a redução da altura da lâmina de irrigação, por exemplo, podem influenciar a duração da FV, bem como outros parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta, pela elevação da temperatura da água de irrigação e do solo (STRECK et al., 2009). Por outro lado, a duração da FV também pode variar em situações de baixa temperatura da água de irrigação (SHIMONO et al., 2001). Isso se explica pelo fato de o “ponto de crescimento meristemático” da planta de arroz ficar, durante a maior parte da fase vegetativa, dentro da água. Apesar disso, talvez pela dificuldade de medição em condições de lavoura, há pouca informação sobre a influência da temperatura da água na duração dessa fase. Em geral, utiliza-se a temperatura do ar, através do método de graus-dia, para estimar a duração da fase vegetativa (STEINMETZ et al., 2009). Os objetivos deste trabalho foram avaliar a eficácia de um método para induzir contraste na temperatura da água de irrigação e avaliar o efeito desse contraste na duração da fase vegetativa do arroz.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas safras agrícolas 2009/2010 e 2010/2011 na Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, compreendendo três alturas de lâmina de água: 5 cm; 10 cm e lâmina inferior a 1cm. As medições foram feitas em uma parcela de 10 m x 10 m do tratamento com altura de lâmina de água de 10 cm. No interior dessa parcela foram instalados três tanques de 1 m x 1 m x 0,30 m, sem fundo, confeccionados em chapa galvanizada. Esses tanques foram enterrados no solo a 15 cm de profundidade (Figura 1). A altura da lâmina de água foi controlada, com uma variação aceitável de 1 cm, por meio de régua instaladas no interior dos três tanques. Nas paredes internas dos tanques foi colocada uma chapa de poliestireno (isopor), de 1 cm de espessura, para evitar

---

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78, CEP 96001-970, Pelotas, RS, [silvio.steinmetz@cpact.embrapa.br](mailto:silvio.steinmetz@cpact.embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, [walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br](mailto:walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br)

<sup>3</sup> Estudante de Agronomia (UFPel) e estagiário da Embrapa Clima Temperado, [jacksonbrasilpintanel@yahoo.com.br](mailto:jacksonbrasilpintanel@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Estudante de Agronomia (UFPel) e estagiário da Embrapa Clima Temperado, [andinho14@hotmail.com](mailto:andinho14@hotmail.com)

<sup>5</sup> Técnico em Agropecuária, Assistente A da Embrapa Clima Temperado, [alcides.severo@cpact.embrapa.br](mailto:alcides.severo@cpact.embrapa.br)

<sup>6</sup> Estudante de Engenharia Eletrônica, Bolsista da Embrapa Clima Temperado, [ismatheus@gmail.com](mailto:ismatheus@gmail.com)

a interferência da temperatura da água externa aos tanques.

Um dos tanques foi considerado como tratamento “testemunha – T1” e dois tratamentos foram usados para induzir o contraste de temperatura da água no interior dos mesmos, sendo denominados de “resfriamento - T2” e de “aquecimento – T3”. O de resfriamento foi composto por chapas retangulares de 95 cm de comprimento e 15 cm de largura de poliestireno branco de 2 cm de espessura. Essas chapas foram colocadas nas entrelinhas do arroz e afixadas, nas duas extremidades, através de parafusos, em ripas de madeira que, por sua vez, foram presas na estrutura do tanque. Nesse caso, as estruturas de poliestireno ficavam cerca de 3 cm acima da superfície de água. No segundo ano do experimento, a fixação das chapas de poliestireno nas ripas de madeira das extremidades foram eliminadas, de modo a facilitar o contato das chapas com a água. As chapas foram colocadas dentro de um invólucro de tela plástica transparente, costurado nas laterais e nas extremidades, que servia para afixar as chapas nas entrelinhas de arroz (Figura 1). Na safra 2009/2010, foram colocados 40 litros de água a uma temperatura em torno de 5 °C apenas em alguns dias ou seja, 30/12, 4/01, 7/01, 8/01 e 12/01. Na safra 2010/2011, foi adicionado, diariamente, no período de 15/12 a 17/01, a mesma quantidade de água na temperatura relatada. A exceção foram os dias 25/12 (Natal) e de 01/01 a 04/01, por falta de energia elétrica. Antes de colocar a água fria, cerca de 40 litros eram retirados do tanque para manter a lâmina em torno de 10 cm.

O tratamento de aquecimento era composto de estruturas retangulares de 95 cm de comprimento por 15 cm de largura, em madeira (ripas de 2 cm x 2 cm), sobre as quais foram afixadas as lâminas de polietileno (plástico) transparente de 0,1 mm de espessura. Essas estruturas foram colocadas nas entrelinhas do arroz e afixadas, nas duas extremidades, através de parafusos, em ripas de madeira que, por sua vez, foram presas na estrutura do tanque. Nesse caso, as lâminas de polietileno ficavam cerca de 3 cm acima da superfície de água. No segundo ano do experimento, a fixação das estruturas nas ripas de madeira das extremidades foram eliminadas, de modo a facilitar o contato do polietileno com a água, como ilustrado na Figura 1. Somente no segundo ano do experimento foram adicionados, diariamente, no período de 15/12 a 17/01, 40 litros de água a uma temperatura em torno de 50 °C. A exceção foram os cinco dias anteriormente citados. Antes de colocar a água quente, cerca de 40 litros eram retirados do tanque para manter a lâmina em torno de 10 cm.

No centro de cada tanque, foram instalados termopares Campbell SCI, modelo 105-T, para medir a temperatura do solo (T<sub>solo</sub>), a 5 cm de profundidade e da água (T<sub>água</sub>), na altura correspondente à metade da lâmina de água, ou seja, a 5,0 cm da superfície do solo. Mediu-se, também, a temperatura do ar, no interior do dossel, na altura correspondente à metade da altura das plantas. Os sensores de medição da temperatura da água e do ar foram protegidos da incidência dos raios solares a partir de um mini-abrigo de plástico (“Terminal de Ventilação”, de 50 mm de diâmetro, marca Tigre).

Os dados foram registrados a cada 10 segundos e armazenados como médias horárias e valores extremos em 24 horas através de um sistema eletrônico de aquisição de dados Campbell 21X. A partir dos dados horários foram calculados os valores diários e posteriormente agrupados em períodos de cinco dias, expressos em dias após a emergência (DAE), para as seguintes variáveis relativas ao solo e à água: temperatura média (T<sub>m</sub>), mínima (T<sub>n</sub>) e máxima (T<sub>x</sub>), e amplitude térmica (T<sub>a</sub>), que representa a diferença entre as temperaturas máximas e mínimas do dia. Calculou-se, também, o número de horas com temperatura menor ou igual a 20 °C (horas de frio) e o número de horas com temperatura maior ou igual a 29 °C (horas de calor) (SHARIF ZIA, 1994). As medidas foram feitas durante todo o ciclo mas, neste trabalho, serão consideradas aquelas até o estágio R1, correspondendo, do DAE 26 (14/12) ao DAE 55 (12/01) na safra 2009/2010 e do DAE 32 (11/12) ao DAE 69 (17/01) na safra 2010/2011. Neste trabalho serão apresentados apenas os dados de temperatura da água, com ênfase para os dados da safra 2010/2011.

Na safra 2009/2010, a semeadura, a emergência (50%) e a entrada definitiva da

água, no estádio de quatro folhas (V4), ocorreram, respectivamente, em 31/10, 18/11 e 7/12. Na safra 2010/2011, esses três eventos ocorreram, respectivamente, em 27/10, 9/11 e 13/12. A cultivar utilizada foi a BRS Querência, de ciclo precoce. O manejo da adubação e dos demais tratamentos culturais seguiram as recomendações da Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (2007). Dez plantas foram marcadas no interior de cada tanque sendo os seus estádios de desenvolvimento avaliados, três vezes por semana, pela escala de Counce et al (2000). O estádio R1 (diferenciação da panícula) foi determinado pelo critério indicado em Steinmetz et al. (2009). Mediu-se, também, a altura de planta (10 plantas por tanque) uma vez por semana.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito dos tratamentos na temperatura da água foi marcante, especialmente em relação à temperatura máxima (Tx). Assim, na média dos períodos de cinco dias, durante a fase vegetativa, a Tx foi de 30,3 °C, 26,9 °C e 34,3 °C, respectivamente, em T1, T2 e T3 (Tabela 1). No T2, além da adição de água fria, a interceptação e a reflexão da radiação solar pelas chapas de isopor, impedindo que esta atingisse a superfície da água, deve ter contribuído para se ter os resultados indicados. Por outro lado, no T3, além da adição de água quente, a lâmina de plástico transparente deve ter contribuído para os altos valores de Tx, pelo fato de permitir a passagem da radiação solar (ondas curtas), aquecendo a água, e impedir o retorno da radiação de onda longa oriunda da água de irrigação.

Tabela 1. Temperatura média (Tm), mínima (Tn), máxima (Tx) e amplitude térmica (Ta) nos tratamentos testemunha (T1), com resfriamento (T2) e aquecimento (T3) da água de irrigação, em períodos de cinco dias, dos 32 aos 71 dias após a emergência (DAE), registradas na safra 2010/2011, em Capão do Leão, RS.

DAE	Água (°C)											
	T1				T2				T3			
	Tm	Tn	Tx	Ta	Tm	Tn	Tx	Ta	Tm	Tn	Tx	Ta
32-36	21,8	14,6	29,9	15,3	21,9	14,6	29,3	14,7	22,2	14,7	30,6	15,8
37-41	24,5	20,9	30,9	10,0	23,3	20,3	27,0	6,7	26,2	21,9	36,9	15,0
42-46	25,4	21,2	30,4	9,2	24,3	19,4	27,3	7,8	26,3	21,5	35,5	14,0
47-51	24,1	20,0	29,2	9,2	23,3	18,4	25,8	7,4	25,2	20,5	34,4	13,9
52-56	24,2	21,9	27,7	5,8	23,9	22,7	25,5	2,8	24,5	22,1	28,6	6,5
57-61	28,0	24,8	33,2	8,4	26,1	20,1	28,0	7,9	28,8	24,9	37,7	12,9
62-66	25,2	22,8	29,2	6,4	24,0	19,8	25,5	5,7	26,4	22,9	34,1	11,2
67-71	26,8	23,8	31,6	7,8	25,2	20,1	26,8	6,7	27,5	23,6	36,4	12,8
Média	25,0	21,2	30,3	9,0	24,0	19,4	26,9	7,4	25,9	21,5	34,3	12,8

Os resultados de horas de frio e de calor indicaram que os tratamentos de aquecimento foram mais eficazes do que os de resfriamento da água de irrigação. Assim, o total de horas de frio ( $T \leq 20$  °C) durante o período estudado foi de 64, 63 e 52, respectivamente, para T1, T2 e T3. O total de horas de calor ( $T \geq 29$  °C) foi de 143, 23 e 219, respectivamente, para T1, T2 e T3. Em relação a T1, as diferenças, em percentagem, foram de -84% para T2 e de +53% para T3.

A duração da fase vegetativa, da emergência à diferenciação da panícula (E-DP), expressa em dias após a emergência (DAE), foi de 53, 55 e 51 DAE, respectivamente, para T1, T2 e T3, na safra 2009/2010, e de 65, 67 e 71 DAE, respectivamente, para T1, T2 e T3, na safra 2010/2011. Portanto, houve aumento de dois dias do T2 em relação ao T1, nas

duas safras, concordando como os resultados de Shimono et al. (2001). Por outro lado, houve diminuição de dois dias do T3 em relação ao T1, na safra 2009/2010 e um aumento de seis dias do T3 em relação ao T1, na safra 2010/2011. Acredita-se que, na última safra, o aumento do período E-DP, quando o esperado seria a redução, esteja associado ao efeito nocivo das altas temperaturas, que provocaram atraso no desenvolvimento das plantas.

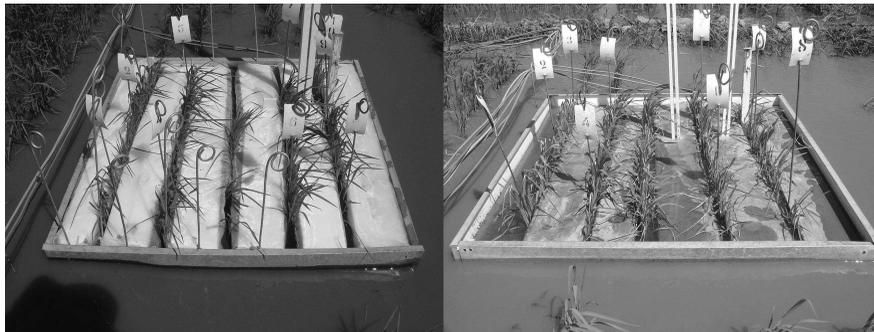


Figura 1. Imagem dos sistemas de resfriamento (à esquerda) e de aquecimento (à direita) da água de irrigação.

## CONCLUSÃO

Constraste de temperatura da água de irrigação pode ser obtido pela metodologia usada neste trabalho. A temperatura da água de irrigação influencia a duração da fase vegetativa do arroz irrigado, alongando-a com o resfriamento e encurtando-a com o aquecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000
- SHARIF ZIA, M.; SALIM, M.; ASLAM, M.; GILL, M. A.; RAHMATULLAH. Effect of low temperature of irrigation water on Rice growth and nutrient uptake. **Journal of Agronomy and Crop Science**. v. 173, n. 1, p. 22-31, August 1994.
- SHIMONO, H.; HASEGAWA, T.; IWAMA, K. Quantitative expression of developmental processes as a function of water temperature in Rice (*Oryza sativa* L.) under cool climate. **Journal of the Graduate School of Agriculture**, Hokkaido University. V. 70, n. 1, p. 29-40, 2001
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI, 2007. 154p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188p.
- STEINMETZ, S.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; SCIVITTARO, W. B.; DEIBLER, A. N.; ULGUIM, A. da R.; NOBRE, F. L. de L.; PINTANEL, J. B. A.; OLIVEIRA, J. G.; SCHNEIDER, A. B. **Determinação dos graus-dia e do número de dias para atingir o estágio de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 88).
- STRECK, N. A.; SCHWANTES, A. P.; OLIVEIRA, F. B.; MEZZOMO, F. F.; MARTINI, L. F.; AVILA, L. A. de; MARCHESAN, E. Temperatura do solo e desenvolvimento da planta de arroz em diferentes manejos de irrigação por inundação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6 Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Palotti, 2009. p.68-71