

EFEITO DA ALTURA DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NA TEMPERATURA DA ÁGUA E DO SOLO EM ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz¹; Walkyria Bueno Scivittaro²; Jackson Brasil Acosta Pintanel³; Anderson Buss Schneider⁴; Alcides Cristiano Moraes Severo⁵; Matheus Fernandes da Silva⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., temperatura do ar, fase vegetativa, graus-dia,

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, nas últimas três safras (2007/2008 – 2009/2010), com 62% da produção nacional (CONAB, 2010). Cerca de 1 milhão de hectares de arroz irrigado são cultivados, anualmente, no Rio Grande do Sul sendo necessária a busca por alternativas que otimizem o uso da água pela cultura, sem interferir nos níveis de produtividade obtidos atualmente (acima de 7 t ha^{-1}). Dentre as estratégias que a pesquisa agrônômica vem estudando para aumentar a eficiência de uso da água pelo arroz destaca-se a redução na altura da lâmina de irrigação (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2010; SCIVITTARO et al., 2010). Entretanto, essa prática pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas pela elevação da temperatura da água de irrigação, que altera a temperatura do solo (STRECK et al., 2009). 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. Em geral, devido a dificuldade para medir-se a temperatura do solo ou da água, utiliza-se a temperatura do ar, através do método de graus-dia, para estimar a duração da fase vegetativa, que termina no estágio de diferenciação da panícula (STEINMETZ et al., 2009). Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito da altura da lâmina de água na temperatura da água e do solo e estabelecer a relação entre a temperatura do ar, a 2 m da superfície do solo, e a temperatura da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas safras agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, em um PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico (SANTOS et al., 2006), na Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com três repetições, compreendendo três alturas de lâmina de água: 5 cm (L 5 cm), 10 cm (L 10 cm) e lâmina inferior a 1 cm (L < 1 cm). Neste último tratamento, o solo foi mantido sob condições de umidade de saturação durante todo o período de irrigação dos demais tratamentos. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 10 m x 10 m, sendo individualizadas por meio de taipas. Cada unidade foi dotada de um sistema independente de irrigação e de mensuração do uso da água (hidrômetro LAO UJ 9ID1, vazão nominal $1,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$). Durante o período de irrigação, manteve-se a lâmina de água uniforme com uma variação aceitável de 1 cm. A irrigação foi feita de maneira intermitente. Na safra 2009/2010, a semeadura, a emergência (50%) e a entrada definitiva da água, no estágio 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

¹ Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78, CEP 96001-970, Pelotas, RS, silvio.steinmetz@cpcat.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@cpcat.embrapa.br

³ Estudante de Agronomia (UFPEL) e estagiário da Embrapa Clima Temperado, jacksonbrasilpintanel@yahoo.com.br

⁴ Estudante de Agronomia (UFPEL) e estagiário da Embrapa Clima Temperado, andinho14@hotmail.com

⁵ Técnico em Agropecuária, Assistente A da Embrapa Clima Temperado, alcides.severo@cpcat.embrapa.br

⁶ Estudante de Engenharia Eletrônica, Bolsista da Embrapa Clima Temperado, fsmatheus@gmail.com

demais tratamentos culturais seguiram as recomendações da Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (2007). O estádio R1 (diferenciação da panícula) foi determinado pelo critério indicado em Steinmetz et al. (2009). O cálculo de graus-dia foi feito através do somatório da diferença entre a temperatura média diária do ar e da água e a temperatura base de 11 °C (INFELD et al., 1998).

No centro das parcelas de uma das repetições do experimento, foram instalados termopares Campbell SCI, modelo 105-T, para medir a temperatura do solo (T_{solo}), a 5 cm de profundidade e da água (Tágua), na altura correspondente à metade da lâmina de água, ou seja, a 2,5 cm na lâmina de 5 cm e a 5,0 cm na lâmina de 10 cm. No tratamento com lâmina <1 cm, a temperatura do ar (T_{ar}) foi medida a 5 cm da superfície do solo. Mediu-se, também, a temperatura do ar a 2 m da superfície do solo.

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: temperaturas média (T_m), mínima (T_n) e máxima (T_x), e amplitude térmica (T_a), que representa a diferença entre as temperaturas máximas e mínimas do dia. As medidas foram feitas durante todo o ciclo mas, neste trabalho, serão consideradas aquelas até o estádio 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que os valores de temperatura máxima da água (T_x), na lâmina de 5 cm (L 5 cm), por exemplo, foram mais elevados do que na lâmina de 10 cm (L 10 cm). Na média do período estudado, na safra 2010/2011, a T_x foi de 32,4 °C na L 5 cm e 28,5 °C na L 10 cm (Tabela 1). Na safra 2009/2010, também na média do período estudado, os valores de T_x nas duas lâminas foram muito próximos, atingindo 31,0 °C na L 5 cm e 30,8 °C na L 10 cm.

A Tabela 1 indica, também, que a amplitude térmica (T_a) foi mais acentuada nas lâminas L < 1 cm e L 5 cm, sendo que na L 5 cm foi mais expressiva na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Assim por exemplo, a T_a na L 5 cm foi de 17,0 °C no primeiro período de medição (DAE 32-36) e de 9,4 °C no último período (DAE 67-69). A razão desse comportamento é que na fase inicial a maior parte da radiação solar incide diretamente sobre a superfície da água ou do solo, o que não ocorre quando as plantas estão mais desenvolvidas. Comportamento semelhante ocorreu com a amplitude térmica da temperatura do solo (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos na safra 2009/2010.

O padrão de temperatura do solo foi semelhante ao da temperatura da água. Assim, a média da temperatura máxima do solo (T_x), na lâmina de 5 cm (32,0 °C), foi mais alta do que a da lâmina de 10 cm (30,2 °C). Na safra 2009/2010, esses valores foram, respectivamente, de 28,2 °C e 26,6 °C.

A equação de regressão linear entre a temperatura do ar (T_{ar}) e da água (Tágua), dos 16 períodos de 5 dias, obtidos nas duas safras, para a lâmina de 10 cm, indicou que a Tágua foi sempre maior que a T_{ar} e que as diferenças entre ambas são menores nas faixas mais altas de temperatura (Figura 1). Assim, por exemplo, os valores estimados de Tágua de 24,5 °C e 29,0 °C (diferença de 4,5 °C) correspondem, respectivamente, a T_{ar} de 22 °C e 28 °C (diferença de 6 °C).

Os valores de graus-dia, usando-se a temperatura média diária da água, nas lâminas de 5 cm e 10 cm, comparado com os graus-dia baseados na temperatura média diária do ar a 2m, indicou que, na média das duas safras, aumentaram em 19% e 17%, respectivamente, para as lâminas de 5 cm e 10 cm. Portanto, seria de se esperar que as exigências em graus-dia da cultivar BRS Querência, ou de outra cultivar qualquer, seriam atingidas mais cedo usando-se a temperatura da água ao invés da temperatura do ar.

Tabela 1. Temperatura média (Tm), máxima (Tx), mínima (Tn) e amplitude térmica (Ta) da água de irrigação, em três alturas de lâmina, registradas da safra 2010/2011, em Capão do Leão, RS.

DAE	Táguia (°C)											
	< 1cm*				5cm				10cm			
	Tm	Tn	Tx	Ta	Tm	Tn	Tx	Ta	Tm	Tn	Tx	Ta
32 - 36	22,1	14,5	31,4	16,9	22,3	14,7	31,8	17,0	24,0	19,5	28,9	9,4
37 - 41	24,3	20,0	31,9	11,8	25,1	20,8	32,4	11,5	24,8	22,4	28,3	6,0
42 - 46	25,1	19,9	33,8	13,8	26,1	21,4	33,1	11,6	25,7	23,0	28,9	5,8
47 - 51	23,9	18,2	32,5	14,4	24,8	20,5	31,4	11,0	24,7	22,1	27,7	5,7
52 - 56	24,7	21,6	30,9	9,3	25,4	22,5	30,4	7,9	24,8	23,1	26,9	3,8
57 - 61	27,3	23,5	34,8	11,2	28,6	25,3	34,3	9,0	27,7	25,9	29,8	3,9
62 - 66	24,9	20,3	33,2	12,9	26,2	22,8	32,2	9,4	25,6	23,8	27,9	4,2
67 - 69	26,1	21,9	35,9	14,1	27,2	24,0	33,4	9,4	26,8	24,9	29,2	4,3
Média	24,8	20,0	33,1	13,1	25,7	21,5	32,4	10,9	25,5	23,1	28,5	5,4

*Tar (°C) 5cm

Tabela 2. Temperatura média (Tm), máxima (Tx), mínima (Tn) e amplitude térmica (Ta) do solo, em três alturas de lâmina, registradas da safra 2010/2011, em Capão do Leão, RS.

DAE	Tsolo (°C)											
	< 1cm				5cm				10cm			
	Tm	Tn	Tx	Ta	Tm	Tn	Tx	Ta	Tm	Tn	Tx	Ta
32 - 36	23,6	18,7	29,5	10,8	22,8	15,8	31,5	15,7	23,4	18,3	29,6	11,3
37 - 41	25,4	22,3	30,6	8,3	26,1	21,7	33,9	12,2	25,4	22,0	31,0	8,9
42 - 46	25,9	22,7	30,5	7,9	26,2	21,8	32,7	10,9	26,3	22,9	30,8	7,9
47 - 51	24,7	21,5	29,4	7,9	24,7	20,8	30,2	9,4	25,3	22,0	29,9	7,9
52 - 56	25,3	23,1	28,9	5,7	25,0	22,6	28,6	6,1	25,4	23,3	28,5	5,2
57 - 61	27,9	25,7	31,2	5,5	28,3	25,4	32,9	7,5	28,5	26,1	31,8	5,7
62 - 66	25,8	23,5	29,5	6,0	26,3	22,9	32,0	9,1	26,2	23,9	29,6	5,7
67 - 69	26,5	24,2	30,8	6,7	27,7	24,0	34,1	10,1	27,3	25,1	30,6	5,5
Média	25,6	22,7	30,1	7,4	25,9	21,9	32,0	10,1	26,0	22,9	30,2	7,3

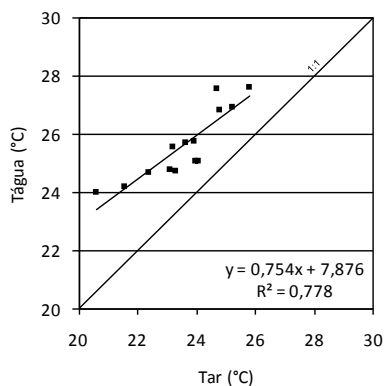


Figura 1. Relação entre a temperatura média do ar (Tar), a 2 m da superfície do solo, e a temperatura da água (Táguia), na lâmina de 10 cm, registrados em 14 períodos de 5 dias da fase vegetativa do arroz irrigado, nas safras 2009/2010 e 2010/2011, em Capão do Leão, RS.

Na safra 2009/2010, o estágio R1 (diferenciação da panícula) ocorreu aos 54, 50 e 52 DAE, respectivamente, para as lâminas < 1 cm, 5 cm e 10 cm. Na safra 2010/2011, esse estágio ocorreu aos 69, 66 e 64 DAE, respectivamente para as lâminas < 1 cm, 5 cm e 10 cm. Esses resultados indicaram, nas duas safras, um ligeiro aumento na duração da fase vegetativa no tratamento com altura de lâmina < 1 cm.

CONCLUSÃO

A altura da lâmina de água afeta a temperatura da água e do solo. A relação linear entre a temperatura do ar (Tar), a 2 m da superfície do solo, e a temperatura da água de irrigação (Tágua) indica que a Tágua é sempre maior do que a Tar e que as diferenças entre ambas são menores nas faixas mais altas de temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB. **Séries históricas:** grãos: agosto 2010. Disponível em: <<http://conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 25 nov. 2010.

INFELD, J. A.; SILVA, J. B. da; ASSIS, F. N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 187-191, dez. 1998.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, C. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Eds.). ***Sistema brasileiro de classificação de solos***. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306

SCIVITTARO, W. B.; CASTRO, N. M. dos R.; LOUZADA, J. A. S. **Damanda hídrica e eficiência de irrigação pelo arroz: efeito da altura da lâmina de água**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 238)

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.