

14. TEMPERATURA DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE ARROZ EM DIFERENTES MANEJOS DE IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO

Nereu Augusto Streck²³, Ana Paula Schwantes²⁴, Felipe Brendler Oliveira², Rafael Fighetto Mezzomo, Luiz Fernando Martini, Luis Antonio de Avila¹ e Enio Marchesan¹

Palavras-Chave: Arroz irrigado, lâmina de água

INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz do Brasil, representando 77% do arroz irrigado colhido no país, com uma área cultivada de aproximadamente um milhão de hectares e uma produtividade média de 7,15 ton ha⁻¹ na safra 2008/09. Esta produtividade média de arroz no RS está abaixo da produtividade alcançada em lavouras que adotam alto nível tecnológico e do potencial produtivo alcançado em áreas experimentais que é de 11 a 12 t ha⁻¹ (LOPES et al., 2005). Dentre os fatores que limitam o potencial produtivo da cultura do arroz no Estado, destacam-se fatores bióticos como alta infestação de plantas daninhas [arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.)], doenças (brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea*) e pragas como o percevejo da panícula (*Oebalus poecilus* e *O. ypsilongriseus*) e fatores abióticos como o estresse térmico, causado pela elevação da temperatura da água de irrigação, que altera a temperatura do solo (SANTOS et al., 2005). A temperatura do solo é um dos fatores abióticos que afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. A atividade microbiológica, a germinação das sementes, o crescimento radicular, as propriedades físicas do solo, a evaporação e muitas reações químicas que liberam nutrientes para as plantas são processos dependentes da temperatura do solo (PREVEDELLO, 1996). Em lavouras de arroz irrigado por inundação, o balanço de energia e, conseqüentemente, a temperatura do solo, são afetados pela altura da lâmina de água. Quanto maior a lâmina de água, maior é o calor específico na interface solo-superfície. Como a água é um recurso natural renovável e sua manutenção nas lavouras de arroz tem um custo ambiental e financeiro elevado, busca-se minimizar e otimizar seu uso pelo manejo da irrigação. Assim, os objetivos deste trabalho foram caracterizar o efeito do manejo da água sobre a temperatura do solo em arroz irrigado por inundação e sua influência sobre algumas variáveis de crescimento e desenvolvimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em campo na área experimental de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, nos anos agrícolas 2007/2008 e 2008/2009. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa subtropical úmido, sem estação seca definida com verões quentes. O solo da área experimental é um Planossolo Hidromórfico eutrofico arênico. A cultivar utilizada foi IRGA 422 CL e sua semeadura foi realizada no dia 09 de novembro de 2007 e no dia 05 de novembro de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições. Os tratamentos foram manejos de irrigação: Contínuo (C), Intermitente (I) e Tardio (T) no ano 2007/2008 e Contínuo (C), Intermitente (I) e Irrigação a banho (IB) no ano 2008/2009. No primeiro ano, a irrigação iniciou em 06 de dezembro de 2007 nos tratamentos C e I e no tratamento T iniciou em 18 de dezembro de 2007. No ano 2008/2009, a irrigação iniciou em 28/11/2008 nos três tratamentos. Nos tratamentos C e T manteve-se uma lâmina constante de, aproximadamente, 10 cm de água e em I irrigou-se a 10 cm e esperou-se que a água fosse evapotranspirada até que o solo ficava somente saturado para então restabelecer-se a lâmina de 10 cm, e assim sucessivamente. No tratamento IB eram realizados banhos na área de acordo com as condições meteorológicas coletadas por uma estação automática em área próxima ao experimento, levando em consideração precipitação, temperatura e evapotranspiração da cultura. No ano 2007/2008, em uma repetição de cada tratamento foi instalado um geotermômetro a 5 cm de profundidade. Foi feita uma

²³ Professor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900 - Santa Maria, RS - Brasil. nstreck2@yahoo.com.br

²⁴ Universidade Federal de Santa Maria.

leitura antes do início da irrigação em 30/11/2007 para caracterizar a homogeneidade da área. No segundo ano, foram instalados dois geotermômetros em duas repetições de cada tratamento, a 5 cm de profundidade, e foram realizadas leituras entre os dias 05 e 27 de novembro de 2008 para caracterizar a homogeneidade da área. Após o período inicial da irrigação, em torno de 15 dias, onde ocorrem as reações de neutralização da acidez do solo, foram feitas leituras diárias em torno das 16 horas, da temperatura do solo a 5 cm de profundidade e da altura da lâmina de água em cinco pontos próximos aos geotermômetros. No colmo principal de seis plantas etiquetadas por repetição foram quantificados, semanalmente, o número de folhas e o comprimento da última e penúltima folhas para cálculo do Estádio de Haun (HS, folhas) com a equação (HAUN, 1973): $HS = (NF - 1) + L_n/L_{n-1}$, em que o NF é o número de folhas, L_n é o comprimento da última folha (cm) e L_{n-1} é o comprimento da penúltima folha (cm). No colmo principal destas mesmas plantas, foram contados o número final de folhas, a data do aparecimento do colar da folha bandeira (estádio R2 da escala de COUNCE et al., 2000), data da antese (estádio R4) e a data de aparecimento do primeiro grão com casca marrom (estádio R8). Além disso, foi realizada a leitura do comprimento e da largura das folhas 2, 5, 10 e folha-bandeira no colmo principal para o cálculo da área foliar conforme a equação: $AF = (\text{comprimento} \times \text{largura}) \times 0,74$. Foi feita a média das datas dos estádios de desenvolvimento nas seis plantas por repetição e depois das três repetições. As temperaturas mínimas e máximas diárias do ar foram quantificadas em uma estação meteorológica convencional, pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia/ Instituto Nacional de Meteorologia. A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada com a equação (ARNOLD, 1960): $STd = (T_m - T_b)$, em que T_m é a temperatura média diária do ar, calculada pela média aritmética da temperatura máxima e mínima diária do ar, e T_b é a temperatura base para o arroz, que é definida como a temperatura mínima abaixo da qual não há desenvolvimento. Assumiu-se uma $T_b = 11^\circ\text{C}$ (INFELD et al., 1998). A soma térmica acumulada (STa, °C dia) das fases EM-R2 e R2-R9 de cada tratamento foi calculada pelo somatório da soma térmica diária, conforme equação: $STa = \sum STd$. A velocidade de aparecimento de folhas foi estimada pelo filocrono, definido como o tempo, em °C dia, necessário para aparecimento de uma folha no colmo (WILHELM & McMASTER, 1995). Foi realizada regressão linear entre HS na haste principal e STa a partir de emergência em cada genótipo (por balde) e época de semeadura. O filocrono foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre HS e STa a partir da emergência (XUE et al., 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença na estatura final de plantas nos três tratamentos no ano agrícola 2007/2008, nem na área foliar das folhas 2 e 5 nos dois anos agrícolas (Tabela 1). Para a folha 10, houve diferença no ano 2008/2009, em que o tratamento C diferiu de IB, mas não de I. A folha-bandeira foi maior em I e diferiu estatisticamente de IB. O filocrono e o número final de folhas no colmo principal não diferiram em nenhum dos dois anos agrícolas. Em relação à duração de fases, na fase EM-R2 não houve diferença no ano 2007/2008, mas em 2008/2009 essa fase foi maior no tratamento IB, que diferiu dos outros dois, e esse alongamento do período pode ser explicado pela deficiência hídrica ao qual as plantas foram submetidas nesse tratamento. Na duração da fase R2-R4, não houve diferença significativa nesses dois anos. Para a fase de enchimento de grãos (R4-R8), houve diferença significativa no primeiro ano agrícola, mas em 2008/2009 houve redução desse período no tratamento IB, provavelmente devido ao mesmo estresse hídrico por deficiência que alongou o período EM-R2 nesse tratamento. Na maioria dos dias do ano 2007/2008, especialmente dias límpidos, a temperatura do solo foi maior no tratamento com lâmina de água intermitente, indicando uma relação entre temperatura do solo e altura da lâmina de água. A maior temperatura do solo no tratamento I pode ser explicada pelo menor volume de água na interface solo-atmosfera que reduz o calor específico, e, conseqüentemente, o fluxo de calor no solo, que é o componente do balanço de energia na superfície terrestre responsável pelo seu aquecimento. Esperava-se que a temperatura do solo nos tratamentos C e T fosse similar, já que a lâmina de água nestes dois tratamentos foi similar (Figura 1a). No entanto, observou-se que em muitos dias a lâmina de água foi maior no tratamento T (Figura 1a), o que pode ter contribuído para a menor temperatura do solo verificada neste tratamento.

Tabela 1. Variáveis de crescimento e desenvolvimento de arroz, cultivar IRGA 422CL, cultivado em três manejos da irrigação por inundação em dois anos agrícolas. Santa Maria, RS.

Variável	Ano 2007/2008			Ano 2008/2009		
	C ¹	I ²	T ³	C	I	IB ⁴
Estatura ⁵	56,7a*	53,2a	57,9a	-	-	-
AF 2 (cm ²) ⁶	2,1a	2,8a	2,0a	1,9A	1,9A	1,8A
AF 5 (cm ²) ⁷	4,8a	4,4a	4,6a	4,3A	4,6A	3,9A
AF 10 (cm ²) ⁸	26,4a	24,3a	29,6a	24,3A	23,0AB	17,9B
AF FB (cm ²) ⁹	32,5a	29,0a	28,6a	25,4AB	27,4A	17,9B
Filocrono ¹⁰	76,7a	77,7a	76,5a	69,6A	64,1A	70,8A
NFF ¹¹	14,9a	14,2a	14,9a	15,5A	15,3A	15,2A
EM ¹² -R2 ¹³	929,6a	933,9a	964,1a	922,3B	927,7B	1053,9A
R2-R4	150,9a	149,1a	140,5a	145,3A	134,4A	142,9A
R4-R8	481,0a	554,0a	532,6a	456,1A	460,6A	332,8B
EM-R8	1574,7b	1638,8a	1641a	1533,6A	1533,6A	1520,7A

*Médias seguidas pela mesma letra (minúscula para o ano agrícola 2007/2008 e maiúscula para o ano agrícola 2008/2009) na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro. C¹=tratamento contínuo. I²=tratamento intermitente. T³=tratamento tardio. IB⁴=Irrigação a banho. Estatura⁵=estatura final (cm). AF 2⁶=área foliar da folha 2. AF 5⁷=área foliar da folha 5. AF 10⁸=área foliar da folha 10. AF FB⁹=área foliar da folha bandeira. Filocrono¹⁰=°C dia folha⁻¹. NFF¹¹=número final de folhas (folhas colmo⁻¹). EM¹²=emergência. EM-R2¹³, R2-R4, R4-R8, EM-R8=°C dia.

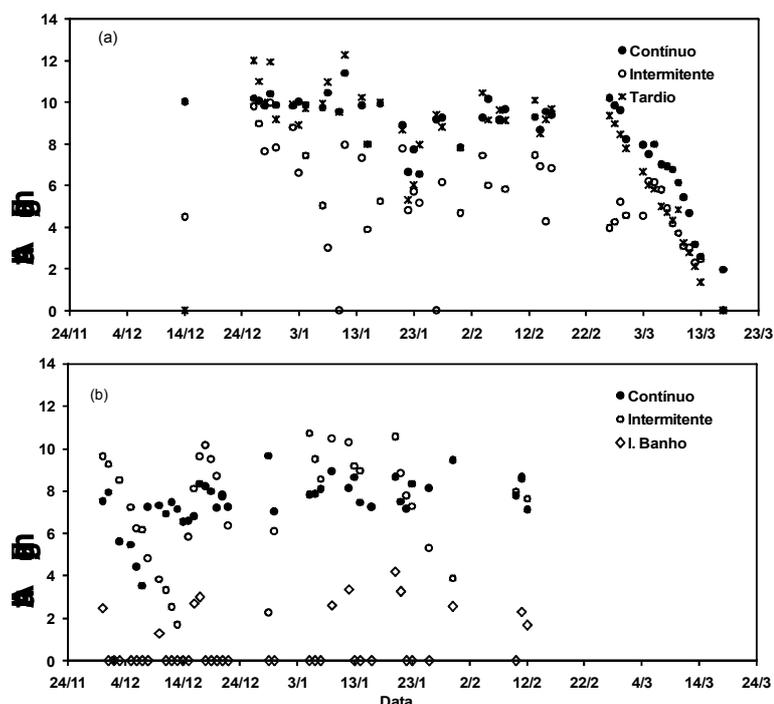


Figura 1. Altura da lâmina de água em três manejos da irrigação por inundação em arroz nos anos agrícolas 2007/2008(a) e 2008/2009(b). Santa Maria, RS.

No ano 2008/2009, a temperatura do solo foi maior no tratamento IB, explicada pela menor quantidade de água existente nesse tratamento. A temperatura foi maior no tratamento C nesse mesmo ano em dias límpidos, pela alta incidência de radiação solar e aquecimento da lâmina de água, e isso ocorreu principalmente ao final do ciclo da cultura. Nota-se também que a temperatura do solo em todos os tratamentos decresceu ao longo do experimento, nos dois anos agrícolas (Figura 2). Este decréscimo esteve associado principalmente ao sombreamento da superfície do solo e da água pelo crescimento das plantas, que levou ao fechamento do dossel e à interceptação pelas plantas da radiação solar incidente. No entanto, mesmo com o fechamento do dossel, as diferenças de temperatura entre os tratamentos persistiram (Figura 2).

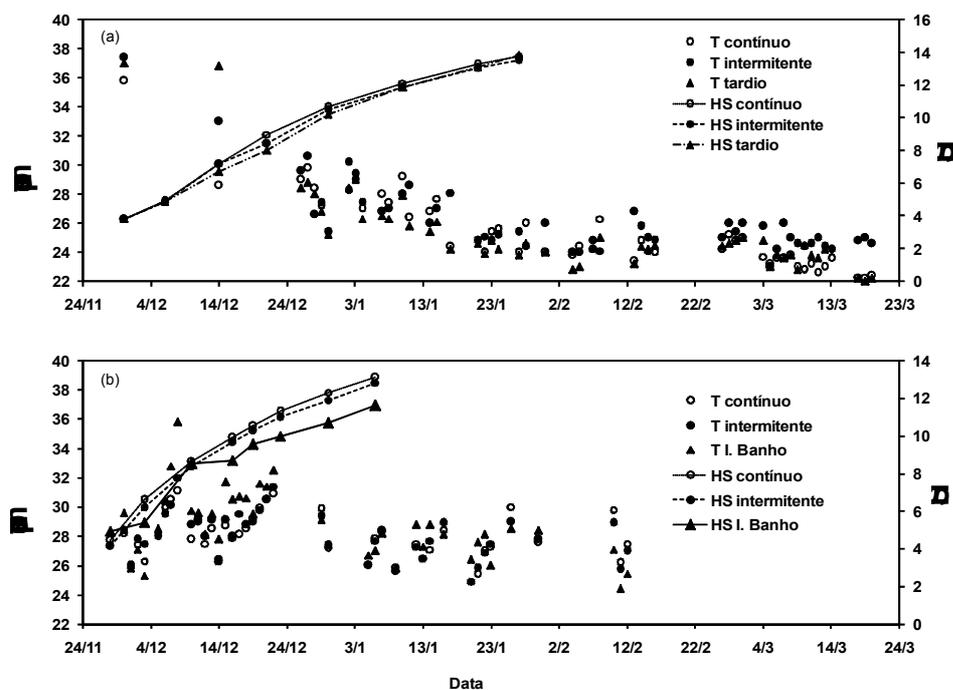


Figura 2. Temperatura do solo a 5 cm de profundidade e Estádio de Haun (HS) em três manejos da irrigação por inundação em arroz nos anos agrícolas 2007/2008(a) e 2008/2009(b). Santa Maria, RS.

CONCLUSÕES

O manejo da lâmina de água na irrigação por inundação do arroz afeta a temperatura do solo. Com inundação intermitente a temperatura do solo é maior do que com inundação contínua, sendo as maiores diferenças observadas nos dias límpidos e quando a lâmina de água é pequena ou ausente.

O manejo da lâmina de água afeta o desenvolvimento de arroz, de modo que na irrigação a banho ocorre retardamento do desenvolvimento vegetativo e aceleração no desenvolvimento reprodutivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**, Boston, v.76, n.1, p.682-692, 1960.
- COUNCE, P. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- CORRÊA, S. **Anuário Brasileiro do arroz 2007**. Santa Cruz: Gazeta, 2007. 128p.
- HAUN, J.R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, p.116-119, 1973.
- INFELD, J.A. et al. 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, 1998.
- IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz. **Dados de safra. Série histórica da área plantada, produção e rendimento**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/dados.htm>>. Acesso em: 20 de outubro de 2007.
- LOPES, S.I.G. et al. Avaliação do ganho genético do programa de melhoramento do IRGA no período de 1961 a 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., /REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2005. p.67-69.
- PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Salesward-Discovery, Curitiba, 446p. 1996.
- SANTOS, A. B. et al. Integração de técnicas para maximizar o potencial produtivo de Arroz irrigado em várzeas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., /REUNIÃO DA
- WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.1-3, 1995.
- XUE, Q. et al. Predicting leaf appearance in field grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, Amsterdam v.175, p.261-270, 2004.