



EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA EM ARROZ IRRIGADO

E. Marcolin¹, L. Moro²

RESUMO: Considerando que atualmente a otimização do uso da água pela lavoura de arroz constitui-se em questão prioritária do setor orizícola, objetivou-se avaliar a produtividade de grãos da cultura de arroz irrigado, quantificar o volume de água usado e calcular a eficiência de uso de água em função de diferentes sistemas alternativos de manejo de irrigação, para tanto, foi realizado um experimento em Cachoeirinha, RS, com a cultivar IRGA 424, em um Gleissolo Háptico, na safra agrícola 2013/14, em área nivelada com gradiente zero e no sistema de cultivo mínimo, Os tratamentos consistiram de: Inundação contínua; Supressão da irrigação entre os estádios V₆ - V₈; Supressão da irrigação entre os estádios V₆ - V₈, reposição da lâmina de água e, logo a seguir, nova supressão da irrigação até o estádio R₀; Supressão da irrigação a partir do estádio V₆ com retorno da irrigação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água; Supressão da irrigação entre os estádios V₆ - V₈, logo a seguir, reposição da lâmina de água até o estádio R₂ (emborrachamento); e Supressão da irrigação entre os estádios V₆ -V₈, reposição da lâmina de água e supressão da irrigação com retorno da irrigação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com 3 repetições. Desse modo, observou-se que a produtividade de grãos foi menor nos tratamentos em que houve supressão hídrica na fase reprodutiva (estádios R) do que quando não houve supressão, ou quando esta ocorreu apenas durante o desenvolvimento vegetativo (estádios V); e a eficiência do uso da água e o volume de água utilizado foram afetados pelos diferentes sistemas alternativos de manejo da irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: desenvolvimento vegetativo, fase reprodutiva, *Oryza sativa* L.

EFFECT OF THE USE OF ALTERNATIVE SYSTEMS OF IRRIGATION MANAGEMENT ON THE GROW PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY OF USE OF WATER IN IRRIGATED RICE

¹ Mestre, Pesquisador do Instituto Rio-grandense do Arroz, Cachoeirinha, RS. Email: elio-marcolin@irga.rs.gov.br.

² Prof. Doutora, Coordenadora e Supervisora de Estágio, Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina/CEDUP Caetano Costa, BR 282, km 244, CEP 88570-000, Itararé, São José do Cerrito, SC. Fone (49) 999236400, e-mail: leticia_moro@hotmail.com

ABSTRACT: Considering that currently the optimization of the use of water by rice cultivation is a priority issue in rice industry, the objective was to evaluate the grain yield of irrigated rice crop, to quantify the volume of water used and to calculate the efficiency of use of rice. The experiment was carried out in Cachoeirinha, RS, with the cultivar IRGA 424, in a Haplic Gleysol, in the agricultural crop 2013/14, in a level area with zero gradient and in the minimum tillage system, treatments consisted of: Continuous flooding; Suppression of irrigation between V6 - V8 stages; Irrigation suppression between the V6 - V8 stages, replacement of the water slide and, thereafter, further suppression of irrigation to the R0 stage; Suppression of irrigation from the V6 stage with return irrigation whenever the soil reached the lower water limit; Irrigation suppression between the V6 - V8 stages, afterwards, replacement of the water slide to the R2 (rubber) stage; And Irrigation suppression between V6-V8 stages, replenishment of the water slide, and suppression of irrigation with return irrigation whenever the soil reached the lower water limit. The experimental design was a randomized complete block design with 3 replicates. Thus, it was observed that grain yield was lower in treatments where there was water suppression in the reproductive phase (stages R) than when there was no suppression, or when it occurred only during vegetative development (stages V); and the efficiency of water use and the volume of water used were affected by the different alternative systems of irrigation management.

KEYWORDS: vegetative development, reproductive phase, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

O arroz é a cultura com maior potencial de aumento de produção a área cultivada com arroz no estado do Rio Grande do Sul aumentou até a safra 2004/05, estabilizando-se em torno de um milhão de hectares, além disso, este estado se destaca como o maior produtor nacional, com cerca de 70% do total produzido no País. Entretanto, a escassez localizada de recursos hídricos fez com que a racionalização no uso da água passasse a ser uma preocupação nas propriedades rurais das diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, podendo ser resolvida através da adoção de sistemas alternativos da irrigação (SOSBAI, 2016).

Ainda que a presença de lâmina de água seja importante durante todo o ciclo da cultura, em algumas fases a água é necessária em maior quantidade, como durante o estabelecimento (semeadura a emergência); no início do perfilhamento a perfilhamento ativo (planta com de quatro a seis folhas); e no período compreendido entre a diferenciação da panícula e o

enchimento dos grãos. A deficiência hídrica em quaisquer desses períodos pode prejudicar a produtividade da cultura (EMBRAPA, 2008). A fim de que a produção de arroz não seja prejudicada devido à deficiência hídrica, os orizicultores têm mantido a irrigação até bem próximo à colheita, o que pode ser dispensável (EMBRAPA, 2008). Um manejo alternativo à essa forma da supressão da irrigação seria esta ocorrer nos períodos em que as plantas de arroz são menos suscetíveis ao déficit hídrico, com o objetivo de economizar água e por conseguinte ter o aumento da eficiência da irrigação (GOMES et al., 2008).

Uma das formas de se reduzir o volume de água na cultura de arroz é manter a lâmina de água baixa durante o ciclo da cultura, isto impede o escoamento superficial e promove o armazenamento de água das precipitações pluviais, porque a planta de arroz se desenvolve de maneira normal, mesmo na ausência de lâmina de água livre na superfície, desde que no perfil do solo ocupado por raízes exista água em nível satisfatório para que não ocorra a deficiência hídrica às plantas de arroz. Assim, é plausível diminuir o volume de água utilizado, já que a lâmina alta de água na superfície propicia as perdas por evaporação, percolação profunda e infiltração lateral.

Com os quadros da lavoura nivelados com gradientes zero ou em torno de 0,5 m de desnível por 1000 m de comprimento é possível um melhor manejo da irrigação. Não havendo a possibilidade de nivelamento da superfície do solo, ainda pode-se utilizar taipas de base larga (cerca de 1,80 m de largura por no máximo 0,10 m de altura) no interior da lavoura. Assim, é possível manter uma lâmina baixa de água na lavoura sem que ocorra a diminuição na produtividade de grãos. A supressão de água na lavoura de arroz durante a fase vegetativa das plantas entre os estádios de seis a oito folhas (em torno de 15 dias), o rendimento de grãos não é afetado, havendo inclusive menor uso de água (MARCOLIN et al., 2011), porém, a supressão durante a fase reprodutiva necessita de mais estudos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos da cultura de arroz irrigado, quantificar o volume de água usado e calcular a eficiência de uso de água em função de diferentes sistemas alternativos de manejo de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante a safra agrícola 2013/14, em área nivelada com gradiente zero e no sistema de cultivo mínimo, na Estação Experimental do Arroz do IRGA, em Cachoeirinha/RS, o solo do local era um Gleissolo Háptico Distrófico típico, com 16 % de

argila e 1,4 % de matéria orgânica. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições.

Os tratamentos consistiram de inundação contínua e supressão em diferentes estádios, sendo descritos na Tabela 1. O início da irrigação para todos os tratamentos foi entre $V_3 - V_4$ (três a quatro folhas) de acordo com a escala proposta por Counce et al. (2000), com altura média da lâmina de água de 5 cm e, a supressão final da irrigação ocorreu 15 dias após o florescimento pleno (80 %), estágio R7.

Cada unidade experimental era constituída das dimensões de 9,0 x 15,0 m, totalizando 135,00 m², sendo individualizadas por taipas. Foi utilizada a cultivar IRGA 424 em densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes, que tem como característica o ciclo médio, entre emergência e maturação fisiológica, de 132 dias. As sementes de arroz foram previamente tratadas com inseticida fipronil (4 g i.a. 10 kg⁻¹ de sementes) para controle preventivo da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*) e com fungicida à base de thiram e de carboxina (2,5 ml kg⁻¹ de sementes) para controle de fungos de solo.

A semeadura foi realizada em 09/10/2013, foi utilizada uma semeadora-adubadora de parcelas com espaçamento de 0,17 m entrelinhas, recebendo ainda adubação de acordo com as recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2016), e também conforme os resultados de análise do solo para expectativa de resposta alta à adubação. A primeira dose (2/3) de N em cobertura foi aplicada no seco, logo antes da inundação, no estágio $V_3 - V_4$, a segunda dose (1/3) de N em cobertura foi aplicada no estágio V_8 e a terceira dose (1/4) de N em cobertura foi aplicada em (R₀), totalizando 150 kg ha⁻¹ de N.,

O controle fitossanitário durante o ciclo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2016). O uso de água foi quantificado com um hidrômetro instalado entre a fonte de água e a área experimental, sendo a água aduzida por gravidade em tubos de PVC (100 mm), com derivações laterais para as unidades experimentais de modo a irrigar uma unidade experimental de cada vez. O volume de água de precipitação pluvial foi medido em uma estação meteorológica automática a, aproximadamente, 500 m do experimento. O volume total de água usado foi a água aplicada, acrescida da contribuição efetiva das precipitações pluviais.

O monitoramento do volume de água no solo foi feito por meio de sensores (hidrofarm) que mediam a quantidade média de água de 0 – 20 cm de profundidade do solo.

Foram avaliados a produtividade de grãos, o número de panículas, o volume total de água usado, o volume de água captado de mananciais, o volume de água de precipitação pluvial e a eficiência de uso de água. Os dados foram submetidos ao teste F e análise da

variância. Havendo significância, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de produtividade de grãos, panículas por m², volume total de água usado, volume de água captado de mananciais, volume de água de chuvas (precipitação pluvial) e eficiência de uso de água da cultivar IRGA 424 de arroz irrigado, em função dos sistemas alternativos de irrigação, estão na Tabela 2.

Observa-se que a produtividade de grãos dos tratamentos T1, T2, T3 foi similar e o tratamento T3 não diferenciou dos tratamentos T4 e T5. A ocorrência de estresse nos primeiros estádios da fase reprodutiva é determinante para uma maior ocorrência de esterilidade de espiguetas resultando em menor número de grãos por panícula e conseqüentemente menor produtividade de grãos (SOSBAI, 2016). Contudo, a menor produtividade de grãos de 7,12 Mg ha⁻¹ do tratamento T6, ocorreu em razão da supressão de água que foi iniciada logo após o estágio V₈, com reposição da inundação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água. Possivelmente, a redução de produtividade neste tratamento se deu, por ter ocorrido no solo o limite inferior de água, exatamente no florescimento pleno que é o momento mais crítico para as plantas, por deficiência hídrica.

O tratamento T2 que apresentou o menor número de panículas por m², e os demais apresentaram valores similares. Quanto ao uso de água pela cultura, ocorreu o normal, ou seja, os tratamentos T1 e T2 utilizaram o maior volume de água. Contudo, esperava-se que o tratamento T4 apresentasse menor volume de água usado em relação ao tratamento T2, devido ao maior período de supressão, mas isto não ocorreu. Constatou-se que quando a irrigação é bem manejada há uma grande contribuição de água das precipitações pluviais. A cada ano pode-se obter valores diferentes, pois o volume de água de chuvas (precipitações pluviais) é variável. Nesta safra as contribuições foram de T1-30 %, T2-26 %, T3-34 %, T4-37 %, T5-43 % e T6-42 % do volume total de água utilizado no período de irrigação.

Os valores observados de volume de água estão dentro da faixa de volume médio (6 a 12 mil m³ ha⁻¹) de água necessário para suprir as necessidades do arroz (SOSBAI, 2016), sendo que o maior foi nos tratamentos T1 e T2, porém não diferenciou dos tratamentos T3 e T4 e, estes não diferenciaram dos tratamentos T5 e T6. A eficiência de uso de água (EUA) foi similar entre os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 e, a menor eficiência ocorreu no tratamento

T6 (0,84) em razão da menor produtividade de grãos que está diretamente relacionada com a deficiência hídrica sofrida em períodos críticos durante o ciclo da cultura.

A eficiência de uso de água, que na agricultura é a relação entre a biomassa (neste caso, kg de grãos), pelo volume de água usado (m^3), mostrou que o tratamento T6 foi o menos eficiente em razão de supressão de irrigação que causou deficiência hídrica para as plantas de arroz na fase reprodutiva, já os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 foram os mais eficientes e não diferenciaram entre si.

A partir destes resultados constata-se que há vários sistemas alternativos de manejo da irrigação que podem ser utilizados na lavoura de arroz desde que, a lavoura ofereça condições para cada manejo e também, é um critério de escolha do orizicultor segundo a infraestrutura que possui, o que é determinante para a utilização de cada sistema alternativo de manejo de água. Utilizando-se os sistemas de manejo onde se almeja a supressão de água entre os estádios V_6 e V_8 , é necessário que neste período a lavoura apresente-se livre de plantas espontâneas. Ao mesmo tempo, a infraestrutura de irrigação deve estar adequada para se ter vazão maior por hectare (em torno de 4 a 5 $L s^{-1}$) no momento de retornar com a água para saturar o solo e formar uma lâmina de água na lavoura, o mais rápido possível (dois a três dias) que é quando as plantas estão no estágio V_8 e, dependendo do ciclo da cultivar, neste estágio fenológico, as plantas podem iniciar a fase reprodutiva. A hipótese de o tratamento T4 obter menor produtividade de grãos que os tratamentos T1, T2 foi confirmada, em razão da deficiência hídrica durante as supressões de irrigação.

Segundo Mezzomo (2009) em comparação à irrigação contínua, a irrigação intermitente utiliza um menor volume de água durante o cultivo de arroz irrigado, sem que isso afete significativamente a produtividade de grãos, sendo assim a eficiência do uso da água maior, ou seja, o cultivo necessita de menor volume de água para produzir uma quantidade semelhante de grãos, algo semelhante ao observado neste presente estudo.

CONCLUSÕES

A supressão hídrica na fase reprodutiva afeta a produtividade de grãos em plantas de arroz.

Os diferentes sistemas alternativos de irrigação alteram o volume de água usado e a eficiência de uso de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, V.40, n.2, p. 436-443, 2000.

EMBRAPA. Estratégias na recuperação no uso da água pelo arroz, 2008. Acessado em 5 de julho de 2017. Disponível em:

http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/folder/supressao_arroz.pdf

GOMES A.S. et al. A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 44 p. (Documentos, 250).

MARCOLIN, E. et al. Produtividade e eficiência de uso de água em função de sistemas de manejo da irrigação em arroz irrigado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7, 2011, Balneário Camboriú. Anais... Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011. 2011. p. 335-338.

MEZZOMMO, RF. Irrigação contínua e intermitente em arroz irrigado: uso de água, eficiência agrônômica e dissipação de imazethapyr, imazapic e fipronil. Santa Maria, 2009. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200 p.

Tabela 1. Descrição detalhada dos tratamentos utilizados no ensaio.

Tratamentos	Descrição
T1	Inundação contínua;
T2	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ ;
T3	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ , reposição da lâmina de água e, logo a seguir, nova supressão da irrigação até o estádio R ₀ ;
T4	Supressão da irrigação no estádio V ₆ e, retorno da irrigação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água. Este manejo foi adotado até o estádio R ₂ (emborrachamento);
T5	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ - V ₈ , logo a seguir, reposição da lâmina de água até o estádio R ₂ (emborrachamento), a seguir, supressão da irrigação novamente, com reposição da lâmina de água toda vez que o solo atingia o limite inferior de água;
T6	Supressão da irrigação entre os estádios V ₆ -V ₈ , reposição da lâmina de água e, logo a seguir, supressão da irrigação com retorno da irrigação toda vez que o solo atingia o limite inferior de água.

Tabela 2. Produtividade de grãos, número de panículas, volume total de água usado, volume de água de mananciais, volume de água de chuvas (precipitação pluvial) e eficiência de uso de água da cultivar IRGA 424 submetida a seis sistemas alternativos de irrigação na safra agrícola 2013/14. EEA/IRGA, Cachoeirinha – RS, 2015.

Variáveis avaliadas	Tratamentos						C. V. (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Produtividade de grãos (Mg ha ⁻¹)	13,53 a	13,73 a	12,16 ab	10,90 b	10,92 b	7,12 c	11,1
Número de panículas por m ²	847 ab	736 b	875 ab	1023 a	962 ab	1062 a	13,9
Volume total de água usado (m ³ ha ⁻¹)	10739 a	10624 a	9695 ab	9740 ab	8188 b	8568 b	0,0
Volume de água de mananciais (m ³ ha ⁻¹)	7546 a	7830 a	6435 ab	6180 ab	4661 b	4974 b	5,6
Volume de água de chuvas (m ³ ha ⁻¹)	3193 ^{ns}	2793	3260	3560	3527	3593	5,7
Eficiência de uso de água (kg m ⁻³)	1,26 a	1,31 a	1,26 a	1,12 ab	1,34 a	0,84b	3,8

C.V.: Coeficiente de Variação.

Na linha, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ns = não significativo na linha.