

ISSN 1678-2518  
Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 132***

## **Demanda Hídrica e Eficiência de Uso da Água pelo Arroz: Influência do Período de Supressão da Irrigação**

*Walkyria Bueno Scivittaro  
Silvio Steinmetz  
Alcides Cristiano Morais Severo*

Pelotas, RS  
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

Comitê de Publicações da Unidade  
Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia  
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio  
Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi,  
Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.  
Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Heberlê  
Revisão de texto: Antônio Heberlê  
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira  
Editoração eletrônica e capa: Manuela Doerr (estagiária)  
Foto da capa: Walkyria Bueno Scivittaro

1ª edição

1ª impressão (2010): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação  
dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Scivittaro, Walkyria Bueno

Demanda hídrica e eficiência de uso da água pelo arroz: influência do período  
de supressão da irrigação / Walkyria Bueno Scivittaro, Silvio Steinmetz e  
Alcides Cristiano M. Severo – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.  
21p. – (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 132).

ISSN 1678-2518

1. Arroz – *Oryza sativa* L. 2. Manejo da água. 3. Irrigação por inundação. I. Steinmetz, Silvio. II. Severo, Alcides Cristiano M. III. Título. IV. Série.

CDD 633.18

© Embrapa 2010

---

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	9
Material e Métodos .....	11
Resultados e Discussão .....	13
Conclusões .....	17
Referências .....	19

# Demanda Hídrica e Eficiência de Uso da Água pelo Arroz: Influência do Período de Supressão da Irrigação

*Walkyria Bueno Scivittaro*<sup>1</sup>

*Silvio Steinmetz*<sup>1</sup>

*Alcides Cristiano Morais Severo*<sup>2</sup>

## Resumo

A época de supressão da irrigação interfere no período de irrigação do arroz, podendo influenciar a produtividade e o uso da água pela cultura. Realizou-se um experimento para avaliar o efeito da época de supressão e do sistema de irrigação sobre a demanda hídrica e a eficiência de uso da água pelo arroz. O estudo foi realizado na região das Grandes Lagoas, no Rio Grande do Sul, nas safras agrícolas 2007/08 e 2008/09. Os tratamentos compreenderam três épocas de supressão da irrigação para o arroz (estádios de grão leitoso, grão pastoso e maturação de colheita) e um sistema de irrigação por inundação intermitente programado, com supressão da irrigação no final da fase vegetativa e, definitivamente, no estágio de grão leitoso. O sistema de irrigação intermitente e a antecipação de sua supressão para os estádios de grão pastoso e leitoso reduziram, em média, o período de irrigação em 32, 16 e 9 dias, respectivamente, com correspondentes economias de água de 27,9%; 17,6% e 11,6%, relativamente à manutenção da irrigação até a maturação de colheita. Esses manejos da água não afetaram a produtividade do arroz. A adoção de sistema de irrigação intermitente programado e a antecipação da supressão da irrigação do arroz durante a granação promovem incremento na eficiência de uso da água, sem prejuízos à produtividade do arroz.

Termos para indexação: *Oryza sativa* L., manejo da água, irrigação por inundação, período de irrigação.

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., D.Sc., pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br; silvio.steinmetz@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup>Técnico Agrícola da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. alcides.severo@cpact.embrapa.br

# Water Requirement and Water Use Efficiency of Lowland Rice: Influence of the Timing of Flood Suppression

---

*Walkyria Bueno Scivittaro*

*Silvio Steinmetz*

*Alcides Cristiano Morais Severo*

## Abstract

The timing of irrigation suppression affects the period of rice irrigation and can also influence yield and water use by the crop. The objective of this work was to evaluate the influence of the timing of flood suppression on rice water requirement and water use efficiency. The experiment was carried out in two crop seasons, 2007/2008 and 2008/09, in a Typic Albaqualf, at the Lowland Experimental Station (ETB), of Embrapa Temperate Agriculture, located in the municipality of Capão do Leão, Rio Grande do Sul state, Brazil. The treatments comprised three timings of flood suppression for rice (milky grain stage; dough stage; and maturity grain stage) and a system of programmed intermittent flood irrigation, with suppression of irrigation at the end of the vegetative phase, and finally at the milky grain stage. The intermittent irrigation system and the anticipation of flood suppression to the stages of dough and milky grain decreased, on average, the period of irrigation in 32, 16, and 9 days, respectively, with corresponding water savings of 27.9%, 17.6% and 11.6% comparing to the maintenance of flood until grain maturity. These water save managements did not affect rice yield. The adoption of intermittent irrigation system and the anticipation of the flood suppression for rice during the grain filling promote increase in water use efficiency, without harmful effects on yield.

Index terms: *Oryza sativa* L., water management, flooding irrigation, period of irrigation.

## **Introdução**

O Rio Grande do Sul destaca-se em relação aos demais estados brasileiros pelo elevado percentual de recursos hídricos disponíveis destinados à agricultura (83,5%), enquanto que a indústria e o saneamento básico utilizam, respectivamente, 10,3 e 6,2% (NORONHA, 2006). Grande parte da água destinada à agricultura no estado é utilizada pela lavoura arrozeira, que é cultivada, predominantemente, no sistema irrigado por inundação contínua. Na última safra, a lavoura de arroz ocupou 1,08 milhão de hectares, representando 39% da área brasileira, e produziu mais de 60% do arroz nacional, com uma produtividade média de 6,41 t ha<sup>-1</sup> (COMPANHIA, 2010).

Se por um lado a produção gaúcha de arroz é fundamental para o abastecimento nacional do cereal, por outro a atividade é tida como de potencial poluidor alto, em razão da demanda hídrica elevada e da inundação de extensas áreas, gerando conflitos. Por essa razão, o desenvolvimento da orizicultura irrigada confronta-se com um grande desafio: produzir mais arroz com menos água, ou seja, aumentar a eficiência de uso da água da cultura (STONE, 2005).

Em agricultura, a eficiência de uso da água é definida como a relação entre a produção de biomassa ou de produto comercial e a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada. Para o arroz, a frequentemente referida baixa eficiência de uso da água ocorre quando são considerados outros componentes, além da evapotranspiração (TUONG; BHUIAN, 1999).

A pesquisa agronômica vem estudando diversas estratégias para promover o aumento da eficiência do uso da água pelo arroz, basicamente fundamentadas em alterações no manejo da água. Entre essas, destaca-se a redução no período de irrigação, que está associada às épocas de início e de supressão da irrigação, bem como ao sistema de irrigação adotado, contínuo ou intermitente.

Os resultados disponíveis na literatura apresentam divergências quanto à melhor época de supressão da irrigação para o arroz, a qual parece estar associada à redução da umidade do solo, após a suspensão da irrigação, e às cultivares utilizadas (STONE, 2005). Como regra geral, a supressão da irrigação pode ser iniciada quando a maioria dos grãos tiver alcançado o estado pastoso. Porém, na prática, a indicação da época de supressão da irrigação para o arroz pode variar bastante, em função principalmente da textura do solo. Em solos argilosos, de difícil drenagem, é possível suspender a irrigação entre 10 e 15 dias após a floração plena, mas em solos bem drenados (arenosos), indica-se postergar a supressão da irrigação para época mais próxima da maturação completa dos grãos (SOCIEDADE, 2007; 2010).

No sistema de irrigação por inundação intermitente, a lâmina de água somente é repostada após um intervalo de tempo desde seu desaparecimento do tabuleiro (STONE, 2005). O sistema normalmente é indicado para situações em que o suprimento de água é limitado.

Desta forma, realizou-se um trabalho para avaliar o efeito da época de supressão da irrigação e do sistema de irrigação por inundação intermitente sobre a demanda hídrica e a eficiência do uso da água pelo arroz.

## **Material e Métodos**

O estudo foi realizado em duas safras agrícolas consecutivas (2007/08 e 2008/09), na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háplico (SANTOS et al., 2006), apresentava as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm, por ocasião da implantação do primeiro e segundo cultivos de arroz, respectivamente: argila:  $190 \text{ g dm}^{-3}$ ; pH(água): 5,8 e 5,6; 12 e  $14 \text{ g dm}^{-3}$  de MO; 13,3 e  $12,8 \text{ mg dm}^{-3}$  de P; 59 e  $51 \text{ mg dm}^{-3}$  de K; 0,0 e  $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Al; 6,5 e  $6,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Ca + Mg e 9,1 e  $10,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de CTC.

Os tratamentos compreenderam três épocas de supressão da irrigação para o arroz, correspondendo aos estádios de grão leitoso (R6); grão pastoso (R7) e maturação de colheita (R9), e um sistema de manejo da irrigação por inundação intermitente programado. Neste, a irrigação foi suprimida entre o perfilhamento pleno (V8) e a diferenciação da panícula (R1)] e, definitivamente, no estádio de grão leitoso, períodos em que a necessidade de água do arroz é mínima (GOMES et al., 2004). Esses foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com três e quatro repetições, na primeira e segunda safras, respectivamente. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 10 m x 10 m, sendo individualizadas por taipas. Cada unidade foi dotada de sistema independente de irrigação e de mensuração do uso da água (hidrômetro LAO UJ 9ID1, vazão nominal  $1,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ).

As semeaduras do arroz foram realizadas em 17 de novembro de 2007 e em 30 de outubro de 2008, utilizando-se um espaçamento entre linhas de 17,5 cm e densidades de semeadura de 120 e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes viáveis na primeira e segunda safras, respectivamente. O início da irrigação ocorreu no estádio de quatro folhas (V4), correspondendo a 23 e 16 dias após a emergência (DAE), na primeira e segunda



safras. Durante o período de irrigação, manteve-se uma lâmina de água uniforme, com altura média de 7,5 cm, com variação aceitável de 1 cm.

Utilizou-se a cultivar de arroz irrigado BRS Querência, de ciclo precoce (cerca de 110 dias da emergência à maturação completa dos grãos), a qual foi implantada em sistema convencional de preparo do solo em área previamente sistematizada em nível, com cota zero. Utilizaram-se sementes tratadas com os fungicidas carboxin/thiram (200 g + 200 g/100 kg de sementes). A adubação para o arroz foi estabelecida seguindo indicações da Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado (2007), considerando-se uma expectativa de incremento de produtividade de 4 t ha<sup>-1</sup>. Essa adubação consistiu na aplicação, por ocasião da semeadura, de 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-20-20, na safra 2007/08, e de 280 kg ha<sup>-1</sup> de 5-25-25, na safra 2008/09. Em cobertura, realizaram-se, ainda, duas aplicações de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, como ureia. A primeira adubação em cobertura foi realizada em solo seco imediatamente antes do início da irrigação, de acordo com os tratamentos, e a segunda, na diferenciação da panícula, estágio R1, sobre a lâmina de água.

Para a identificação dos estádios de desenvolvimento das plantas de arroz, utilizou-se, como referência, a escala de Counce et al. (2000). Esta operação consistiu na avaliação de dez plantas por parcela, em intervalos de dois a três dias.

O controle de plantas daninhas compreendeu aplicações de herbicidas em pré-emergência (clomazone e penoxsulam) e em pós-emergência (cyhalofop-butyl, na primeira safra, e clefoxydim, na segunda). Este e os demais tratamentos culturais seguiram as indicações da pesquisa para a cultura de arroz irrigado (SOCIEDADE, 2007).

Avaliou-se o efeito dos tratamentos sobre a duração do ciclo, o período de irrigação, a produtividade de grãos, a demanda hídrica e a eficiência

de uso da água pelo arroz (relação entre a produtividade de grãos e a quantidade de água aplicada, via irrigação). Os resultados das variáveis associadas ao desempenho produtivo e à demanda hídrica da cultura foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias de tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **Resultados e Discussão**

A interrupção da irrigação no final da fase vegetativa (sistema intermitente), bem como a antecipação de sua supressão, não exerceram influência sobre a duração do ciclo da cultivar de arroz irrigado BRS Querência, que foi de 111 e 112 dias, na primeira e segunda safras agrícolas, respectivamente. Esses valores são bastante próximos do valor de referência estabelecido para o ciclo biológico da 'BRS Querência' na região de Pelotas, RS, que é de 110 dias. As variações na duração do ciclo do arroz ocorrem principalmente durante a fase vegetativa, sendo determinadas pela cultivar, época de semeadura, região de cultivo e pelas condições de fertilidade do solo (SOCIEDADE, 2007). Alguns estudos mostram que o período de irrigação também interfere na duração do ciclo do arroz (VAHL et al., 1985; SCIVITTARO et al., 2008), especificamente quando as variações ocorrem no início da fase vegetativa, período em que, no presente estudo, o manejo da água para o arroz foi uniforme entre os tratamentos e compatível com as recomendações para a cultura (SOCIEDADE, 2010).

No primeiro cultivo, o sistema de irrigação intermitente programado e a supressão da irrigação nos estádios de grão leitoso e pastoso promoveram, respectivamente, reduções de 29, 14, e 8 dias no período de irrigação do arroz, relativamente ao manejo convencional, com manutenção da irrigação até o final do ciclo da cultura – estágio R9 (Tabela 1), representando economias de água aplicada de 33,4%, 20,4% e 11,4%. Na safra seguinte (2008/09), as reduções no período de irrigação foram de 34, 18 e 10 dias, com respectivas economias de

água de 22,4% 14,8% e 11,7%. Atribuem-se as variações observadas entre as safras agrícolas às diferentes épocas de semeadura da cultura, bem como às variações climáticas ao longo dos períodos de cultivo do arroz, particularmente quanto à precipitação pluvial e às temperaturas, condicionando demandas hídricas diferenciadas.

Tabela 1. Período de irrigação e volume de água aplicada ao arroz cultivar BRS Querência, em função do período de supressão da irrigação. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safras 2007/08 e 2008/09.

Supressão da irrigação	Período de irrigação		Água aplicada	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
Estádio <sup>1</sup>	dias		m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	
R6	77	78	4.342bc	6.233ab
R7	83	86	4.832ab	6.462ab
R9	91	96	5.457a	7.320a
Sistema intermitente <sup>2</sup>	62	62	3.637c	5.683b

<sup>1</sup>Estádio de desenvolvimento da planta de arroz, estabelecido com base na escala de Counce et al. (2000), sendo R6: grão leitoso; R7: grão pastoso e R9: maturação de colheita; <sup>2</sup>Irrigação de V4 a V8 e de R1 A R6. ns: não significativo. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A comparação entre os volumes de água aplicados ao arroz mostra, ainda, que o tratamento com manejo intermitente da irrigação requereu menor quantidade de água. A demanda hídrica do arroz cultivado nesse sistema não diferiu, porém, daquela determinada para o tratamento com supressão da irrigação no estágio de grão leitoso. O volume de água requerido pelo tratamento com supressão da irrigação no estágio de grãos pastoso foi intermediário, equiparando-se, em ambas as safras, àqueles determinados para os tratamentos com supressão da irrigação no estágio de grão leitoso e com manutenção da irrigação até a maturação de colheita, que utilizou maior quantidade de água (Tabela 1). Este resultado em parte é explicado pelas variações, entre tratamentos, no período de irrigação. Isto porque parte da água utilizada pelo arroz é oriunda da precipitação pluvial.

No primeiro e segundo cultivos, a precipitação forneceu, respectivamente, 4.750 e 6.137 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de água, correspondendo a cerca de

50% do total de água utilizada pelo arroz. Esses dados condizem com observações de Mota et al. (1990) de que, durante o período de irrigação, a precipitação pluvial nas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul contribui, em média, com 46% da água evapotranspirada pelo arroz. Ressalta-se que, particularmente na segunda safra, a distribuição das chuvas foi bastante desuniforme; cerca de 70% ocorreram no período compreendido entre 28 de janeiro e 28 de fevereiro de 2009 (ESTAÇÃO, 2010). Isto implica grande dependência da cultura quanto ao aporte de água via irrigação durante a maior parte de seu ciclo, a despeito de o total precipitado ser relativamente elevado.

Em ambas as safras agrícolas, a variação na época de supressão da irrigação no período de granação e também a sua suspensão no final da fase vegetativa não tiveram efeito sobre a produtividade do arroz. Nota-se, porém, tendência discreta de redução na produtividade de grãos em resposta à antecipação da supressão da irrigação para o estágio de grão leitoso (Tabela 2). Possivelmente, a ausência de efeito dos tratamentos sobre a produtividade do arroz esteja associada ao fato de, após a floração, particularmente na fase de granação, a necessidade de água da cultura ser mínima, possibilitando, de acordo com as condições da lavoura, a interrupção da irrigação (TSUTSUI, 1972a; 1972b e 1972c). Neste sentido, Gomes et al. (2004) relatam que a suspensão da irrigação à lavoura de arroz após a floração pode proporcionar rendimentos semelhantes àqueles obtidos quando sua manutenção estende-se até próximo da colheita. No entanto, segundo esses autores, a decisão quanto ao momento de suprimir a irrigação para o arroz deve considerar aspectos como a lâmina de água existente, a capacidade de retenção de água do solo, sua drenagem interna e as condições climáticas, uma vez que o período compreendido entre a floração e a maturação responde pelo acúmulo de cerca de 70% da matéria seca da planta de arroz. Neste estudo, as supressões da irrigação foram realizadas após a reposição da lâmina de água para cerca de 7,5 cm. Vale ressaltar que o solo utilizado apresenta textura arenosa e baixa capacidade de

armazenamento de água, o que, associado às condições de temperatura elevada no período de granação do arroz, concorre para a rápida secagem. Por outro lado, compensaram tais condições as precipitações frequentes e em volume relativamente elevado, favorecendo o acúmulo de matéria seca pela planta e, conseqüentemente, a produtividade de grãos.

Um dos parâmetros utilizados para avaliar a adequação de manejo da irrigação é a eficiência de uso da água, que é obtida pela relação entre a produtividade de grãos de arroz e a quantidade de água aplicada ao arroz. Maior eficiência do uso da água foi obtida com o manejo intermitente, seguido pelos tratamentos com antecipação da irrigação no período de granação e, finalmente, pelo manejo convencional, com manutenção da irrigação até a maturação de colheita (Tabela 2). Acrescenta-se que, independentemente do manejo de água considerado, os valores de eficiência de uso da água pela cultura determinados foram bastante elevados, refletindo tendência atual de adoção de conjunto de práticas de manejo que otimizem o uso de água pela cultura, visando à redução no uso, incluindo a economia de água advinda da diminuição do período de irrigação, do uso de lâmina de água de menor espessura e do aproveitamento da água da chuva.

Tabela 2. Produtividade de grãos e eficiência de uso da água (EUA) do arroz cultivar BRS Querência, em função da época de supressão da irrigação. Embr-

Supressão da irrigação	Produtividade		EUA	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
Estádio <sup>1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>		kg m <sup>-3</sup>	
R6	8458 <sup>ns</sup>	8647 <sup>ns</sup>	2,03	1,39
R7	9170	9029	1,90	1,40
R9	9362	9207	1,72	1,26
Sistema intermitente <sup>2</sup>	8640	8793	2,38	1,55

<sup>1</sup>Estádio de desenvolvimento da planta de arroz, estabelecido com base na escala de Counce et al. (2000), sendo R6: grão leitoso; R7: grão pastoso e R9: maturação de colheita; <sup>2</sup>Irrigação de V4 a V8 e de R1 a R6. ns: não significativo.

Os resultados obtidos são indicativos da possibilidade de proceder à supressão da irrigação para o arroz em período anterior à maturação completa dos grãos, mesmo para cultivares de ciclo precoce, como a BRS Querência, reconhecidamente mais sensíveis a variações nas práticas de manejo.

## **Conclusões**

A adoção de sistema de irrigação intermitente e a antecipação da supressão da irrigação do arroz durante a granação promovem incremento na eficiência de uso da água pela cultura, sem prejuízo para seu desempenho produtivo.



## Referências

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo levantamento, julho 2010. Brasília, DF, 2010. 43 p. Disponível em: <[www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/1bcbd827bf80c423c09f4adef50fad86.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/1bcbd827bf80c423c09f4adef50fad86.pdf)>. Acesso em: 3 set. 2010.

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, 2000.

ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE PELOTAS (CAPÃO DO LEÃO). **Boletim Agroclimatológico**. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/boletim.htm.html>>. Acesso em: 25 maio 2010.

GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A.; FRANZ, A. F. H. Uso e manejo da água em arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 417-455.

MOTA, F. S. da; ALVES, E. G. P.; BECKER, C. T. Informação climática



para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 392, p. 3-6, 1990.

NORONHA, C. L. **Com boa gestão, não faltará água**. 2006. 13 p. Disponível em: <[http://www.lasercom.jor.br/tempo\\_aguas/01\\_gestao.htm](http://www.lasercom.jor.br/tempo_aguas/01_gestao.htm)>. Acesso em: 27 set. 2008.

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

SCIVITTARO, W. B.; GOMES, A. da S.; LOUZADA, J. A.; CASTRO, N. M. dos R.; VALE, M. L. C. do; FERREIRA, L. H. G.; WINKLER, A. S.; SILVA, P. S. da. Estratégia para o aumento da eficiência do uso da água pelo arroz: efeito da época de início de irrigação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. 1.CD-ROM.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2007. 164 p.

STONE, L. F. Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2005. 48 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 176).

TSUTSUI, H. Manejo da água para produção de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 24, n. 268, p. 24-27, 1972a.

TSUTSUI, H. Manejo da água para produção de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 24, n. 268, p. 36-41, 1972b.

TSUTSUI, H. Manejo da água para produção de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 24, n. 270, p. 22-24, 1972c.

TUONG, T. P.; BHUIYAN, S. Increasing water use efficiency in rice production: farm-level perspectives. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 40, p. 117-122, 1999.

VAHL, L. C.; TURATTI, A. L.; GOMES, A. da S. Épocas de início e término de inundação do solo para a cultivar de arroz BR-IRGA 410. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 14., 1985, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1985. p. 286-293