

INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E MANEJO NO USO DA ÁGUA PELA PLANTA DE ARROZ

Vera Regina Mussoi Macedo Eng^a Agr^a M.Sc. Pesquisadora da Estação Experimental do Arroz, Instituto Rio Grandense do Arroz. Caixa Postal 29 CEP 94930-030 Cachoeirinha, RS. E-mail: vera_irga@redemeta.com.br

Valmir Gaedke Menezes Eng^o Agr^o M.Sc. Pesquisador da Estação Experimental do Arroz, Instituto Rio Grandense do Arroz. E-mail: irgafito@via-rs.net

1. INTRODUÇÃO

O arroz é uma importante *commodity* na economia dos países latino americanos e do Caribe e contribui com cerca de US\$ 5 bilhões anualmente para a economia agrícola da região (Sanint & Gutiérrez, 2001). Para a grande maioria da população da América Latina e do Caribe, o arroz constitui-se no principal alimento, sendo que responsável por 18% das calorias e por 12% das proteínas da dieta básica da população brasileira (Pereira et al. 1990).

A produção deste cereal no Brasil é originária, principalmente, das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) que, juntamente, respondem por quase 60% da produção nacional, sendo que somente o RS contribui com cerca de 50% dessa produção com 30% da área cultivada (IRGA, 2004).

A produção de arroz irrigado no RS está distribuída entre 133 municípios da metade sul do Estado em função das condições de relevo, de solo e de disponibilidade hídrica. Na safra 2003/04, ocupou uma área de 1.032.800 ha atingido um volume de produção de 6.310.022 t, com produtividade média de 6.110 kg/ha (IRGA, 2004). Esta atividade agrícola contribui com 2,3% do produto interno bruto do Estado e gera 192.000 empregos diretos e indiretos, além de 23.000 no setor agro-industrial (Langon, 2000).

Independentemente dos sistemas de cultivo, a produtividade de arroz irrigado nas últimas décadas tem uma trajetória ascendente no RS na sua participação na produção

brasileira, em virtude do uso de cultivares com alto potencial produtivo e do uso apropriado de insumos e tecnologias modernas.

No contexto de alta produtividade e qualidade de grão, a água é um fator de grande importância para a estabilidade da produção de arroz irrigado. Entre as vantagens da irrigação por inundação está a redução da incidência de plantas daninhas não aquáticas, o efeito termo-regulador, a maior disponibilidade de nutrientes no solo para as plantas de arroz e a redução de mão-de-obra. No entanto, apesar da economia em mão-de-obra para operação e manutenção do sistema, a participação do item irrigação atinge 9,8% do custo de produção do arroz irrigado (IRGA, 2004).

A água é muito importante para o arroz irrigado por inundação na garantia de obtenção de altos rendimentos de grãos. Tem como vantagens o aumento na disponibilidade de nutrientes, o auxílio no controle de plantas daninhas e o efeito termo-regulador da lâmina de água. Apesar dessas vantagens, a irrigação contínua tem desvantagens como a demanda de um elevado volume de água e a possibilidade de saída de nutrientes e pesticidas para os mananciais hídricos.

O objetivo deste trabalho é abordar a influência dos sistemas de produção e das práticas de manejo na melhoria da eficiência do uso da água pela cultura de arroz irrigado.

2. SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO

Os sistemas de cultivo de arroz irrigado nos estados do RS e de SC diferenciam-se, basicamente, quanto a forma de preparo do solo, aos métodos de semeadura e ao manejo inicial da água. Esses são denominados de sistema convencional, semeadura direta, pré-germinado + mix e transplante de mudas. No sistema pré-germinado e mix, a semeadura é feita em lâmina de água com sementes, previamente germinadas e, nos demais, a semeadura é direta em solo seco. O sistema de transplante de mudas tem sido usado em lavouras de produção de sementes. No RS, predomina o sistema convencional (36,1% da área), seguido da

semeadura direta com preparo antecipado do solo (52%), pré-germinado + mix (11,9%), conforme IRGA, 2004.

A interação de vários fatores que atuam no sistema produtivo é que determinará o rendimento e a qualidade de grãos e o retorno econômico da cultura. O manejo adequado e racional da água constitui-se em um fator decisivo para o aumento de rendimento, a estabilidade de produção e a redução de custos de produção e de impacto ambiental.

3. MANEJO DA ÁGUA DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

3.1. QUANTIDADE DE ÁGUA

O método de irrigação usado na cultura de arroz é inundação contínua. No RS, tradicionalmente é utilizada a irrigação contínua com água corrente, que se caracteriza por uma elevada quantidade usada e baixa eficiência (Corrêa et al., 1997). Atualmente, em função desses fatores está sendo feito um esforço para a difusão da irrigação por inundação dita estática, em que há comunicação entre os quadros, mas não há a saída contínua de água para fora da lavoura. A irrigação com lâmina estática proporciona a utilização mais eficiente da água em relação à irrigação com água corrente sem prejuízo da produção.

A quantidade de água exigida para o cultivo de arroz é o somatório da água necessária para saturação do solo, formação da lâmina, reposição das perdas por evapotranspiração, constituição dos tecidos da planta e compensação de todas as perdas no sistema de condução e distribuição de água na lavoura. Deve-se, ainda, considerar o ciclo da cultivar, a época de semeadura, as precipitações ocorridas após a semeadura, o teor de água no solo no início da irrigação e a declividade do terreno (SOSBAI, 2003).

A quantificação do volume de água utilizado durante o ciclo da cultura de arroz irrigado foi feita por Marcolin & Macedo (2001) nos sistemas de cultivo convencional, plantio direto e pré-germinado. Os sistemas de cultivo não interferiram no volume de água utilizado pelas plantas, apesar das diferenças de manejo de água para o seu estabelecimento. O volume médio de cinco safras consecutivas alcançou valores em torno de $8.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ em anos, havendo períodos de excesso e de deficiência de chuvas.

Machado et al. (2003) quantificaram volumes entre 5.400 e 6.500 m³ ha⁻¹ em duas safras consecutivas, sem contabilizar a água proveniente de chuvas e concluíram também que, os diferentes sistemas de cultivo não influenciaram no volume utilizado. Para as condições de solo, sistema de cultivo e de clima de Santa Catarina, o volume de água utilizado durante o ciclo da cultura de arroz variou de 5.700 a 7.900 m³ ha⁻¹ (Eberhardt, 1994).

Tabela 1. Volume de água, período de irrigação, vazão média, rendimento de grãos e eficiência de uso da água pela cultivar BR-IRGA 410, em três sistemas de cultivo. (valores médios de cinco safras agrícolas: 1996/97 a 2000/2001. EEA/IRGA. Cachoeirinha - RS. 2001.)

Parâmetros	Sistemas de cultivo		
	Convencional	Direto	Pré-germinado
Volume de água (m ³ ha ⁻¹)	7.856	7.145	7.881 ⁽¹⁾
Período de irrigação (dias)	86	87	89
Vazão média (L s ⁻¹ ha ⁻¹)	1,06	0,95	0,82 ⁽²⁾
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	7.068	6.726	7.600
Eficiência de uso da água (kg m ⁻³)	0,90	0,94	0,96

⁽¹⁾ Considerando a água utilizada no preparo do solo (1.610 m³ ha⁻¹)

⁽²⁾ Sem considerar a água utilizada no preparo do solo

Fonte: Marcolin & Macedo (2001)

Embora haja variação entre os volumes totais utilizados pela cultura determinados, é preciso considerar que cerca de 70% deste volume é usado no processo de evapotranspiração (Motta et al., 1990) e que a água retorna ao ciclo hidrológico. Os resultados de pesquisa (Eberhardt, 1994; Marcolin & Macedo, 2001; Machado, 2003) também evidenciam que é possível atingir altos rendimentos de grãos com volumes de água inferiores aos comumente utilizados, em torno de 12.000 m³ ha⁻¹ (Vianna, 1997), quando as condições de adequação da área e manejo da água são melhoradas.

A eficiência de uso da água pode ser aumentada pelo acréscimo da produtividade. Esta eficiência é expressa pela relação entre a produtividade e o volume de água utilizado, mostrando a conversão do insumo água em produção de grãos. Os dados da Tabela 1 indicam

que, para produção de 1 kg de arroz, são utilizados aproximadamente 1.000 litros de água. Essa eficiência é mais elevada quando comparada com a dos países asiáticos produtores de arroz irrigado onde são necessários 5.000 litros de água para produzir 1 kg de arroz (IRRI, 1995). Para as condições do RS, há disponibilidade de cultivares com alto potencial produtivo e de tecnologia de manejo da água e de solo que possibilitam aumentar os rendimentos de grãos da cultura e, conseqüentemente, a eficiência de uso da água.

3.2. QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água utilizada na lavoura de arroz irrigado pode ser modificada pelas práticas de manejo da cultura. O preparo do solo, a aplicação de fertilizantes e de pesticidas e o manejo da água, feitos de maneira inadequada podem interferir na qualidade da água. Isto aliado à quantidade elevada de água utilizada pela cultura e a proximidade dos mananciais hídricos apontam a lavoura arrozeira como potencialmente poluidora. A Fundação Estadual de Proteção Ambiental para efeito de licenciamento ambiental, classifica a atividade como tendo alto potencial poluidor (FEPAM, 2004). Esta pressuposição não está baseada em resultados de pesquisa. No entanto, nos levantamentos feitos, as zonas urbanas constituem-se em pontos críticos (Deschamps et al., 2001).

Estudos para a quantificação de resíduos de herbicidas e de fertilizantes na água estão sendo feitos em instituições de pesquisa do RS e SC relata Noldin et al. (2002). Em monitoramento da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí, foi constatado que a contribuição da lavoura de arroz não influi na concentração dos macronutrientes na água, quando comparada às concentrações em locais onde não há influência da lavoura e em locais de grande participação desta atividade. Foi constatado que, em 20% das amostras analisadas, havia resíduos dos princípios ativos dos herbicidas mais utilizados na cultura (clomazone, quinclorac e propanil), mas estavam abaixo dos valores máximos permitidos por agências ambientais européias e, somente em 9% dessas amostras foram encontradas concentrações superiores ao limite (Marchezan et al., 2002).

Em levantamento exploratório da composição química das águas utilizadas para irrigação de arroz no RS, Macedo et al. (2001) relatam que as concentrações de nutrientes

analisados estão abaixo dos teores considerados padrões na legislação (CETESB, 1988) e que, as águas de drenagem das lavouras de arroz irrigado não contribuem para alterar os teores de nutrientes originais. A concentração dos principais nutrientes utilizados durante o ciclo da cultura de arroz irrigado na água de irrigação proveniente do Rio Gravataí e na água de drenagem que retorna ao manancial após a passagem pela lavoura foi também determinada (Macedo et al., 2003). Os resultados (Figura 1) indicam que a água do Rio Gravataí utilizada para irrigação da área experimental do IRGA não atende às condições de água das classes 1 a 3 (CETESB, 1988), porque as concentrações são maiores que o permitido.

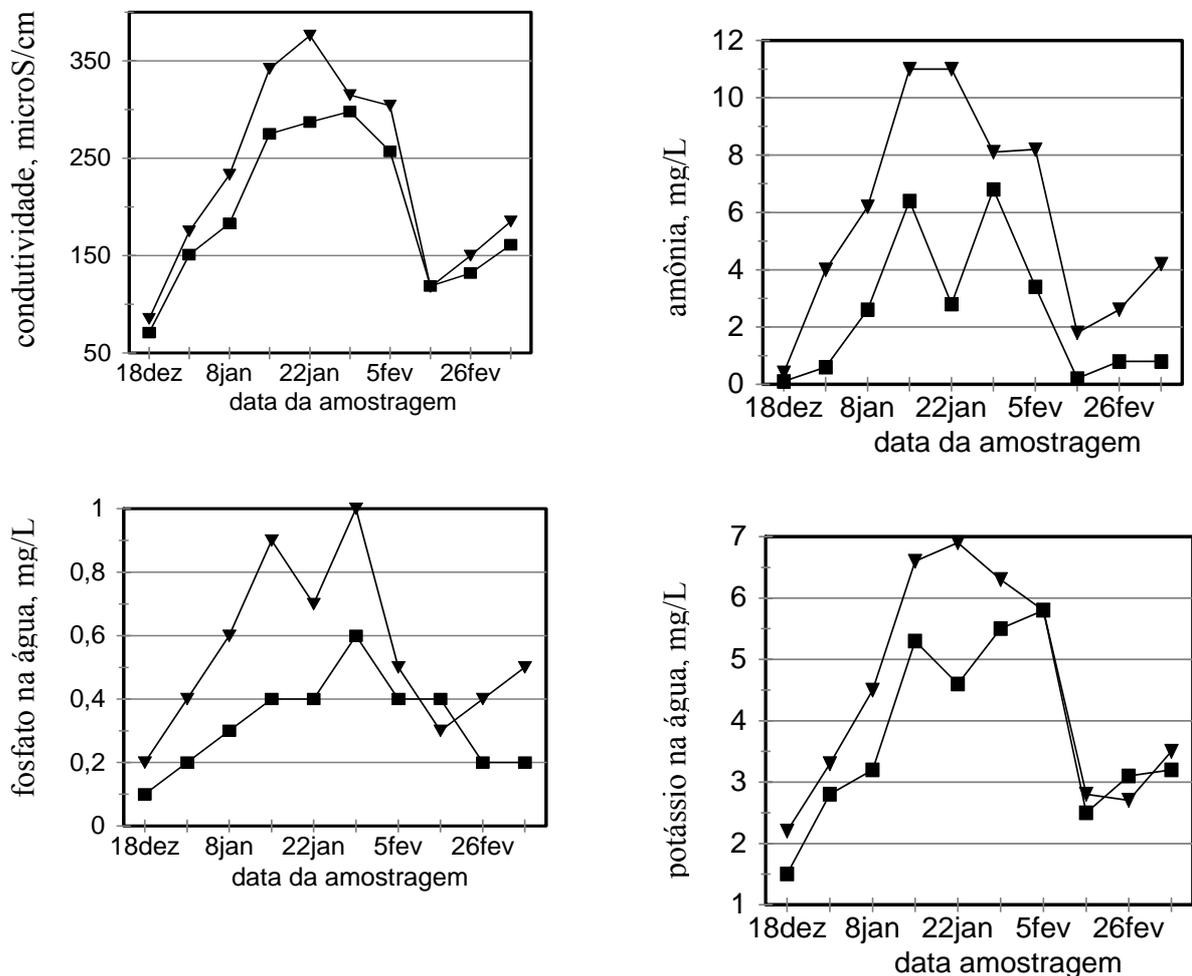


Figura 1. Características da água do Rio Gravataí, condutividade elétrica, amônia, fosfato e potássio na água utilizada para irrigação do arroz na EEA do IRGA, em Cachoeirinha, RS, no período de 18 de dezembro de 2001 a 19 de março de 2002.

▼ Entrada da água

■ Saída da água

Fonte: Macedo et al., 2003.

Os microorganismos, como componentes importantes do ecossistema aquático, também têm sido estudados. Reche et al. (2002) relatam que há maior abundância de colônias bacterianas na água que entra na lavoura através do canal, quando comparada aos quadros com arroz, sugerindo que há influência do manejo da cultura na população microbiana. Esta influência poderá ser positiva na medida em que a diminuição das populações seja de bactérias patogênicas, como enterobactérias do gênero coliformes.

Furtado (2001), após monitorar vários parâmetros de qualidade da água do canal de irrigação proveniente do Rio Gravataí e nos quadros com arroz durante o período de irrigação, constatou que, num primeiro momento, a concentração dos nutrientes (NPK) era superior à concentração de nutrientes da água de entrada. Entre o 20º e 40º dia de irrigação, a concentração dentro dos quadros era menor do que a da água de entrada, estabelecendo-se um sistema fechado (efluente zero). Em função desse comportamento, o autor concluiu que a cultura de arroz irrigado é uma grande bioacumuladora de nutrientes.

As instituições de pesquisa do RS e SC estão trabalhando para identificar a interferência da lavoura de arroz na qualidade ambiental e obter informações que, repassadas aos agricultores, permitirão reduzir os custos de produção sem prejuízo para a produção e a qualidade do alimento. É possível reduzir o impacto ambiental utilizando práticas de manejo adequadas à cultura.

4. PRÁTICAS DE MANEJO QUE REDUZEM O IMPACTO AMBIENTAL DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

A pesquisa disponibiliza um conjunto de práticas de manejo da cultura de arroz irrigado que permite aumentar o rendimento de grãos, melhorar a eficiência de uso da água e reduzir impacto ambiental da atividade. Como as práticas de manejo afetam esses aspectos:

4.1. SISTEMATIZAÇÃO DA ÁREA

O nivelamento da superfície do solo e o planejamento do sistema de irrigação, de drenagem e viário permitem o melhor aproveitamento da área, uma boa distribuição e

condução da água nos quadros de lavoura, redução na altura da lâmina de água (0,05 a 0,10 m) e também, a manutenção de lâmina de água uniforme. Com isso, a execução de outras práticas de manejo da cultura é facilitada. A sistematização da área também proporciona a redução do uso da água e, conseqüentemente, diminuem os custos com mão-de-obra para manutenção e controle do sistema e, de consumo de energia do sistema de irrigação, com reflexos positivos no custo total de produção.

As melhorias na infra-estrutura da lavoura e na eficiência das instalações de irrigação sempre auxiliarão na conservação de energia e na redução do uso da água, com ganho econômico real e significativo em termos de preservação ambiental (Vianna, 1997).

4.2. ÉPOCA DE SEMEADURA

A época de semeadura deverá ser planejada não somente em função das temperaturas baixas durante a fase reprodutiva da cultura, como se faz atualmente, mas também, como meta para alcançar maior produtividade. Isto é possível quando a fase de acumulação de fotoassimilados coincide com os dias de maior radiação solar (Figura 2). Semeaduras tardias normalmente proporcionam rendimentos inferiores aos obtidos em semeaduras do cedo (Figura 3). A semeadura deve iniciar tão logo as temperaturas do solo sejam adequadas para a germinação das sementes.

Temperaturas baixas do ar na fase de estabelecimento, durante os meses de setembro e outubro, ou na fase reprodutiva, nos meses de fevereiro e março, afetam negativamente a produtividade da lavoura gaúcha. Materiais genéticos com maior capacidade de tolerar o frio na fase de implantação do cultivo, permitiriam antecipar a implantação das lavouras, possibilitando usufruir os benefícios da temperatura e radiação solar dos meses de novembro, dezembro e janeiro. Cultivares com esta característica também possibilitariam ampliar o período de semeadura, minimizando os elevados investimentos necessários para semear a grande área cultivada com arroz no RS na melhor época (Menezes & Ramirez, 2002).

Para semeadura na época mais adequada, é necessário contornar os problemas decorrentes da drenagem deficiente dos solos de várzeas devido às precipitações pluviais elevadas que ocorrem durante o inverno e a primavera. Para tanto, é preciso melhorar a drenagem das lavouras e adotar sistemas de cultivo que dependam menos das condições do ambiente para realização da semeadura, tais como o pré-germinado e a semeadura direta.

A semeadura na época recomendada pode ser determinante na redução do volume de água retirado dos mananciais, pois permite que a cultura aproveite as condições climáticas mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

Esta prática de manejo também tem reduzido a incidência de doenças nas plantas de arroz. Semeaduras mais tardias propiciam o aparecimento de doenças que quebra no rendimento de grãos (Ribeiro, 1989). Dessa forma, as plantas terão condições de expressar seu potencial produtivo e assim, aumentar a eficiência de uso da água.

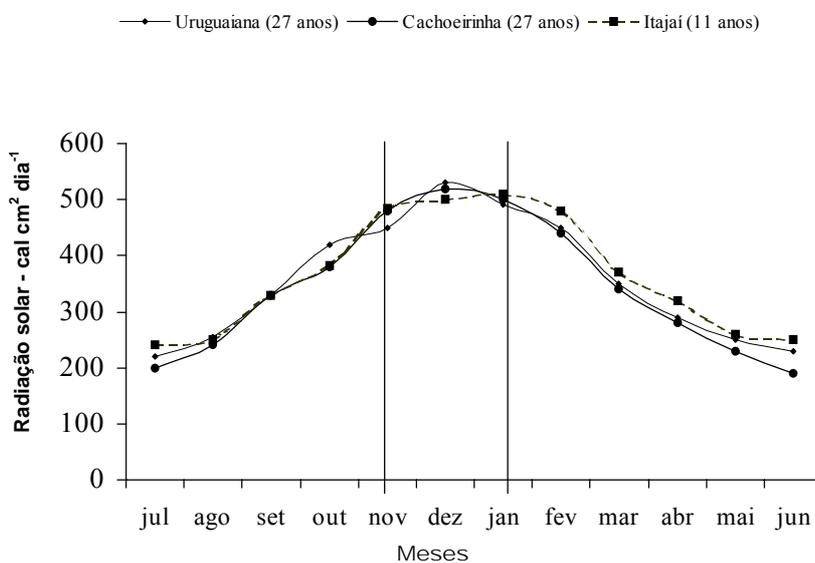


Figura 2. Radiação solar incidente nos municípios de Cachoeirinha e Uruguaiana no RS e Itajaí em SC.

Fonte: Eberhardt. 1998.

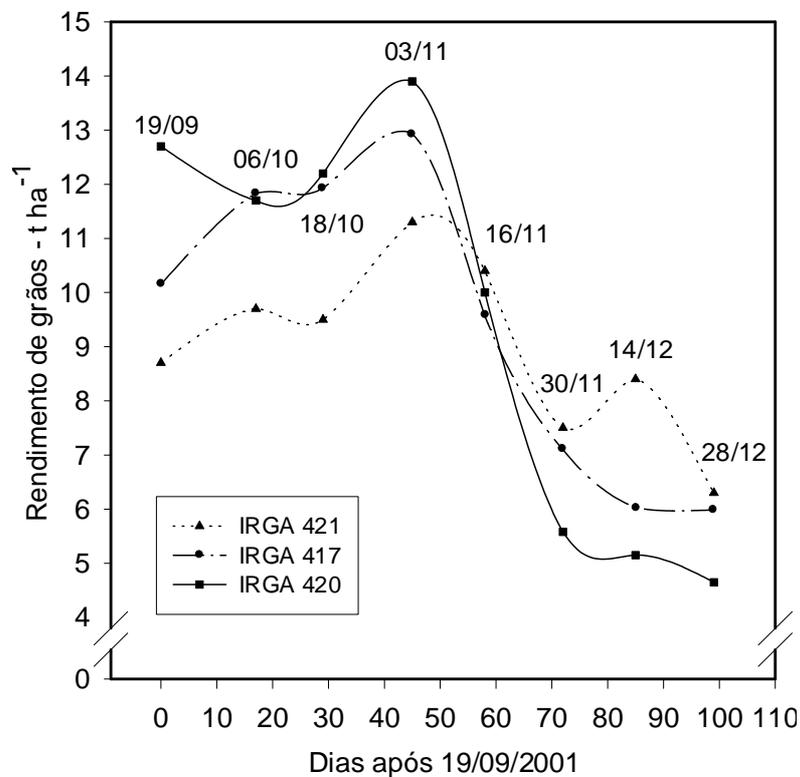


Figura 3. Rendimento de grãos de cultivares de arroz irrigado em função da época de semeadura no município de Uruguaiana-RS. EEA/IRGA, 2002.

Fonte: Menezes & Ramirez (2002)

4.3. IRRIGAÇÃO PRECOCE

As lavouras de arroz irrigado do RS estão altamente infestadas por plantas daninhas. A interferência destas é um dos principais fatores que limitam a produtividade e a rentabilidade da cultura do arroz. Dentre as espécies daninhas, o arroz vermelho merece um destaque especial, por estar disseminado em quase toda a área cultivada com arroz no RS. As alternativas de controle desta infestante são parciais e estima-se uma redução 1,2 milhão de toneladas por safra (Menezes & Ramirez, 2002).

Na quase totalidade da área, os produtores utilizam o controle químico das demais plantas daninhas e no mercado, existem herbicidas eficientes. No entanto, o atraso no controle das plantas daninhas resulta em aumento no custo com herbicidas, menor eficiência no controle e, como consequência redução no rendimento de grãos. Além disso, o maior volume de produto químico aspergido no ambiente aumenta os riscos de impacto ambiental negativo.

A época mais adequada para o controle de plantas daninhas é quando elas estão com até três folhas, antes do estágio de afilamento do arroz (Figura 4), uma vez que os melhores rendimentos de grãos são alcançados com o início da irrigação logo após o controle precoce das plantas daninhas, quando as plantas de arroz tiverem altura suficiente para suportar uma lâmina de água permanente (4-5 folhas) até a drenagem para a colheita (estádio grão pastoso). A irrigação logo após a aplicação dos herbicidas interage na ação dos mesmos, evitando o rebrote das espécies daninhas ou a emergência de novas plantas.

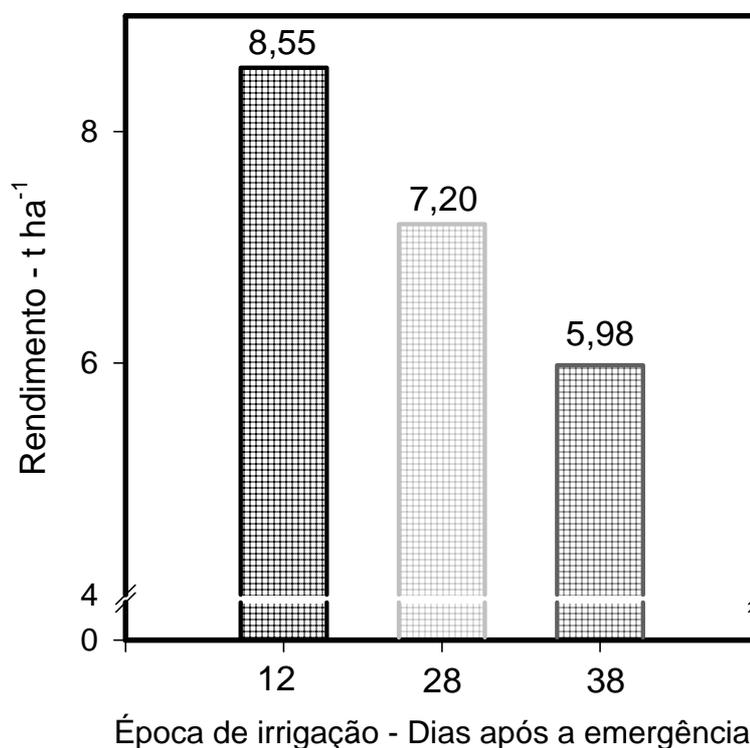


Figura 4. Rendimento de grãos de arroz irrigado em função do início da irrigação após a emergência do arroz, na média de cinco tratamentos com herbicidas EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1998.
Fonte: Menezes & Ramirez (2002)

Esta prática de manejo possibilita aumentar a eficiência dos herbicidas, utilização das doses mínimas recomendadas, reduzindo o custo com menor volume de pesticidas aspergidos no meio ambiente e também, melhora a eficiência do uso da água.

4.4. DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E ADUBAÇÃO

A irrigação precoce também traz vantagens à nutrição das plantas de arroz, pois a disponibilidade de nutrientes na solução do solo aumenta com a inundação (Tabela 2). Por isso, quanto mais cedo iniciar a irrigação mais prontamente as plantas de arroz poderão usufruir desse benefício.

Tabela 2. pH e teor de nutrientes na solução do solo em função do tempo de alagamento do solo (GLEISSOLO), EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 2001.

Dias após alagamento	pH	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
-----mg/L-----							
0	5,0	3,3	2,3	16,5	4,6	11,8	10,8
2	5,0	1,4	1,9	17,6	4,9	12,6	11,4
5	5,4	<0,2	2,3	18,8	5,6	14,1	11,8
7	5,6	<0,2	3,6	22,4	6,4	16,6	13,0
10	5,8	<0,2	6,5	43,5	12,2	21,2	16,6
15	5,9	<0,2	10,0	60,7	17,0	22,7	22,8
17	6,0	<0,2	13,7	46,8	12,8	23,9	16,8
22	6,0	<0,2	16,8	60,5	16,9	25,2	21,6
29	6,0	<0,2	20,4	60,1	16,1	25,2	20,4
31	6,0	<0,2	19,5	54,1	14,6	21,6	19,0

Fonte: Bohnen (2002) citado por Menezes & Ramirez (2002).

Para uma adequada adubação, com o objetivo de atingir produtividade de 7 t ha⁻¹ ou superior, será necessário considerar, além da análise de solo, o histórico da área cultivada e a quantidade de nutrientes disponíveis e removidos pela cultura. Caso os nutrientes não estiverem disponíveis ou abaixo das necessidades das plantas, o potencial desejado não será alcançado.

Além disso, é necessário considerar a interação da prática da adubação com as demais práticas agrônômicas tais como época de semeadura, controle de plantas daninhas e manejo de água. De um modo geral, as plantas daninhas utilizam melhor os recursos disponíveis do que as culturas. Por isso, se não houver um bom controle de invasoras, a resposta à adubação será baixa ou até terá reflexos negativos na produção.

Tão importante quanto a dose de fertilizante é ter os nutrientes disponíveis nos momentos fundamentais para o desenvolvimento das plantas. Sempre que possível, deve-se colocar toda a adubação de base por ocasião da semeadura. Já, a adubação nitrogenada, deve ser feita em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, em duas aplicações. O nitrogênio deve estar disponível para as plantas em quantidade suficiente nos estádios de desenvolvimento em que são definidos os componentes do rendimento. Após a definição do número de panículas e de espiguetas, a adição do nitrogênio será pouco eficiente.

De pouco vale os investimentos em adubação, se a semeadura não for na melhor época, o controle de plantas daninhas não for eficiente e, houver atraso na irrigação ou a aplicação do nitrogênio fora das épocas mais adequadas. A adubação só terá resultados positivos se os demais fatores não forem limitantes.

4.5. MANUTENÇÃO DA LÂMINA DE ÁGUA

No Brasil, as informações sobre a persistência de pesticidas, especialmente herbicidas na água de irrigação em lavouras de arroz são escassas. Machado et al. (2001) ressalta que a influência negativa da aplicação de herbicidas e de outros pesticidas em ecossistemas agrícolas depende das características intrínsecas dos produtos utilizados e de diversos condicionamentos das áreas agrícolas onde são introduzidos.

Os resultados de monitoramento da persistência de herbicidas dentro da lavoura de arroz irrigado realizado por Machado et al. (2002) mostraram a necessidade da retenção da água na lavoura de arroz que recebeu tratamento com herbicidas e que o tempo de retenção varia com o produto usado. A concentração máxima permitida em águas superficiais por algumas agências ambientais internacionais, é de $3 \mu\text{g L}^{-1}$. Como a maioria dos produtores

utiliza clomazone para controlar capim-arroz (*Echinochloa spp.*) e outras plantas daninhas gramíneas que ocorrem na cultura do arroz e foram detectadas concentrações entre 1,1 e 1,5 $\mu\text{g L}^{-1}$ no 28º dia, Machado (2003) sugere um período de tempo mínimo de 28 dias de retenção da água na lavoura após a aplicação do produto.

Na região da Califórnia (EUA), é proibida a drenagem da lavoura de arroz antes do 30º dia após a aplicação de qualquer agrotóxico (Scardaci et al., 1999). Na Austrália, a manutenção da água do 21º ao 28º dia após a aplicação de produtos químicos também é recomendada (Quayle, 2003). A regulamentação ocorre devido às baixas precipitações pluviométricas nesses países.

A prática de manutenção da lâmina de água, além de evitar o descarte das águas drenadas da lavoura para os mananciais hídricos à jusante, também permite reduzir a quantidade de água utilizada para reposição da lâmina e, com isso, há também uma economia de energia para efetuar esta operação.

Preocupados com o manejo inadequado da água de drenagem do sistema pré-germinado, Macedo et al. (2001) quantificaram as perdas de partículas sólidas em suspensão e nutrientes na água de drenagem logo após o preparo do solo. Os autores concluíram que as perdas são significativas e, são maiores no solo da classe textural franco argilo arenoso. A partir de 48 horas após o preparo do solo as perdas são reduzidas a valores inferiores a 23% com a decantação das partículas sólidas em suspensão.

Apesar das concentrações de nitrogênio, fósforo e cálcio na água de drenagem estarem abaixo dos limites definidos pela legislação brasileira, e em princípio, não constituírem fator de impacto ambiental (Marchezan et al., 2002), a drenagem da lavoura nos sistemas pré-germinado, mix e transplante implica em perda de nutrientes. Esse fato sugere que seja mantida a lâmina de água, pois as perdas de nutrientes poderão afetar a expressão do potencial produtivo da cultura.

Os resultados de pesquisa reforçam a recomendação de que a lâmina de água deve ser mantida para evitar perdas, racionalizar o uso da água e conseqüentemente, reduzir custos de produção e de consumo de energia.

4.6. SUPRESSÃO DA IRRIGAÇÃO E DRENAGEM PARA COLHEITA

Outra forma de reduzir a quantidade de água usada pela cultura é diminuindo o número de dias de irrigação, o que pode ser feito com a antecipação do seu término. Em solos de drenagem deficiente, a irrigação pode ser interrompida 15 dias após o florescimento pleno sem afetar o rendimento de grãos e a sua qualidade (Tabela 3).

Os produtores costumam manter a irrigação até o momento da colheita e, se a drenagem não for adequada, haverá sérios problemas para execução das operações e danos ao solo. A drenagem adequada da lavoura também é um fator importante para redução no volume de água utilizado.

Tabela 3. Rendimento de grãos de arroz (RG) e rendimento de engenho (RE), em função da supressão da irrigação e drenagem da lavoura em duas safras agrícolas consecutivas.

Tratamentos	Safras agrícolas			
	1989		1990	
	RG (t ha ⁻¹)	RE (%)	RG (t ha ⁻¹)	RE (%)
Supressão da irrigação 7 DAF ⁽¹⁾ e drenagem 14 DAF	8,25	57,0	7,33	57,6
Supressão da irrigação 14 DAF e drenagem logo após	8,18	56,4	7,97	59,1
Supressão da irrigação 28 DAF e drenagem logo após	7,92	57,0	7,84	58,8

⁽¹⁾ DAF = Dias após o florescimento (50 % de antese)

Fonte: Adaptado de Counce et al. (1993).

Toda a estratégia de manejo, da mais simples a mais complexa, deve considerar os momentos fundamentais de definição dos componentes do rendimento e que, embora existam algumas práticas que interferem mais diretamente no desenvolvimento e crescimento das plantas de arroz, o resultado final é fruto da interação de todas elas - *Manejo Integrado do*

Cultivo. O manejo integrado da cultura do arroz é uma estratégia de manejo que busca desenvolver, ao nível da propriedade, práticas culturais para a lavoura de arroz como um sistema de produção. Isto resultará na adoção pelos produtores de tecnologias e de manejo mais adequadas e, em rendimentos mais elevados (CLAMPETT, 2001).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é fundamental no processo de produção de arroz irrigado para alcançar altas produtividades e manter estabilidade da produção;

O manejo integrado da cultura do arroz irrigado, considerando a lavoura como um sistema de produção, é uma estratégia que permite aos produtores aumentar os rendimentos, melhorar a eficiência do uso da água e melhorar a qualidade da água e do ambiente onde é desenvolvida;

O conjunto de práticas de manejo da cultura de arroz irrigado preconizadas pela pesquisa que tem como objetivo aumentar o rendimento de grãos permite melhorar a eficiência de uso da água, favorece o manejo adequado e racional da água e conseqüentemente, diminuem o impacto ambiental desta atividade de importância social e econômica para o RS;

A verticalização da produção de arroz, à medida que atende a demanda da população, permite a preservação de novas áreas do processo produtivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Guia de coleta e preservação de amostras de água. Anexo 1. Legislação referente à qualidade de águas. São Paulo, CETESB, 1988.

CLAMPETT, W.S. Integrated crop management for improving rice yields – The Australian ricecheck Extension model. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2. e

REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 863-865.

COUNCE, P. A.; SIEBENMORGEN, T. J.; VORIES, E. D. **Postheading irrigation management effects on rice yield and milling quality**. Arkansas Agricultural Experiment Station, 1993. 12p. (AAES. Boletim Técnico, 940).

CORRÊA, N. I. et al. Consumo de água na irrigação do arroz por inundação. **Lavoura Arroeira**, Porto Alegre, v. 50, n. 432, p. 3-8. jul./ago. 1997.

DESCHAMPS, F. C. et al. Índice da qualidade de água (IQA) na avaliação do impacto da cultura do arroz irrigado sobre a qualidade das águas superficiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24. 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 763-765.

EBERHARDT, D. S. Consumo de água em lavoura de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis. v. 7, n. 1, p. 51-53, mar. 1994.

EBERHARDT, Domingos Sávio. **Manejo da adubação nitrogenada em arroz irrigado e sua relação com a competitividade do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.)**. 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

FEPAM. Licenciamento ambiental. Disponível em:

<http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento_ambiental/enquadramento/p1.htm> Acesso em: 22 ago. 2004.

FURTADO, Ricardo Dourado. **Técnicas de cultivo de arroz: relação com a qualidade da água, protozoários e diversidade fitoplantônica**. 2002. 129 f. Dissertação (Mestrado de Ecologia) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

IRGA. Dados da safra 2003/04. Disponível: http://www.irga.rs.gov.br/dados_de_safra.html. Acesso em 25 ago 2004.

IRRI. **Water** a looming crisis. Los Baños, Philippines, 90p., 1995.

LANFON, A. Arroz é a base econômica da Região Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 51, n. 434, p. 35-37. abr./jul. 2000.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; BOHNEN, H. Perdas de nutrientes na água de drenagem durante o preparo para o sistema de cultivo de arroz pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001, p. 247-249.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E. & BOHNEN, H. Levantamento exploratório da composição química das águas utilizadas para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2, 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 793-795.

MACEDO, V. R. M. BOHNEN, H. & MARCOLIN, E. Composição química da água do Rio Gravataí utilizada no campo experimental do IRGA em Cachoeirinha In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 221-2.

MARCOLIN, E. & MACEDO, V. R. M. Consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11, 2001, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: CONIRD, 2001. p. 59-63.

MACHADO, S. L. de O. et al. Persistência de alguns herbicidas em lâmina de água de lavoura de arroz irrigado CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24. 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 775-777.

MACHADO, S. L. de O. Consumo e qualidade da água na lavoura de arroz irrigado e efeitos no jundiá. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO, 2003, Porto Alegre. **Palestras**. Porto Alegre: FARSUL, 2003. Disponível em CD-ROM.

MARCHEZAN, E. et al. Perda de nutrientes na água de drenagem inicial da cultura de arroz CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. v. 1 (Documentos, 134). p. 680-683.

MARCHEZAN, E. et al. Dispersão de herbicidas nas águas da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí e Vacacaí-Mirim, no período de cultivo do arroz irrigado In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. v. 1 (Documentos, 134).

MENEZES, V.G. & RAMIREZ, H. B. Estratégias de manejo visando o aumento de competitividade e sustentabilidade na produção de arroz irrigado In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Palestras...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. v. 1

NOLDIN, J. A . et al. Impacto do arroz irrigado sobre a qualidade das águas superficiais em alguns rios de SC e Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Palestras**. Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. 119 p.47.

MOTTA, F. S. da; ALVES, E. G.P. & BECKER, C. T. Informação climática para o planejamento da necessidade de água para a irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 392, p. 3-6. set./out. 1990.

PEREIRA, P.A.A.; PINHEIRO, B. de S.; et al. Rice in Brazil. International Rice Commission Newsletter, 1990, Roma, v. 39, p. 241-248.

QUAYLE, W. C. The persistence of rice pesticides en floodwaters: influence of water management. In: INTERNATIONAL TEMPERATE RICE CONFERENCE, 3, 2003, Punta del Este. **Abstracts...** INIA, 2003. p. 97.

RECHE, Maria Helena Lima Ribeiro. Distribuição e diversidade de bactérias em áreas inundadas de arrozais do Rio Grande do Sul. 45 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia. Centro de Ciências da Saúde, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.

SANINT, L.R; GUTIÉRREZ, N.F. Agricultura siglo XX y arroz siglo XXI: una mirada desde América Latina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2. e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 839-862.

SCARDACI, S. C.; EKE, A.U.; SMITH, S. R. et al. Practices and burriers for water quality improvement in California rice, 1999. Disponível em: www.ucdavis.edu Acesso em 21 set 2002.

SOSBAI. **Arroz Irrigado:** recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Itajaí, SC: SOSBAI, 2003. 126p.

RIBEIRO, A. S. Controle integrado das doenças do arroz irrigado. Pelotas. EMBRAPA-CPATB. 1989. 29 p. Circular Técnica, 3.

VIANNA, M. L. de S. O desperdício de energia na irrigação do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.50, n. 432, p. 9-11, 1997.