

Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivos¹

Irrigated rice cultivars and drainage water nutrient under different managements systems

Lauro Weber² Enio Marchezan³ Reimar Carlesso⁴ Victor Marzari⁵

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de grãos e componentes do rendimento de quatro cultivares de arroz irrigado submetidas a diferentes sistemas de cultivo, bem como verificar a concentração de nutrientes na água de drenagem inicial dos sistemas. O experimento foi conduzido no ano agrícola 1998/1999 em área de várzea em PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico arênico na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS). Foram avaliadas quatro cultivares de arroz irrigado (IRGA 417, EL PASO 144, BRS TAIM e EPAGRI 108) em cinco sistemas de cultivo (convencional, cultivo mínimo, pré-germinado, "mix" de pré-germinado e transplante de mudas). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, esquema bifatorial em parcelas subdivididas, com quatro repetições. A semeadura no sistema convencional e cultivo mínimo foi realizada dia 01 de novembro de 1998 e os sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas foi realizado dia 18 de novembro de 1998. O rendimento de grãos das cultivares foi influenciado pelos sistemas de cultivo, exceto a EL PASO 144, que apresentou rendimento de grãos semelhante em todos os sistemas. A EPAGRI 108 obteve maior rendimento de grãos com 9.612 kg ha⁻¹ sob sistema transplante de

mudas. As cultivares de arroz no sistema pré-germinado e mix de pré-germinado apresentaram maior número de panículas por m² e, no transplante de mudas, maior número de grãos por panícula. Independentemente dos sistemas, a cultivar EL PASO 144 obteve maior número de grãos por panícula, e a EPAGRI 108 maior massa de mil grãos. A concentração total de nutrientes na água de drenagem inicial dos sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas foram similares, sendo verificada a concentração média de N, P, K, Ca, Mg e Fe de 5,02, 2,06, 10,33, 6,38, 3,51 e 2,56 mg l⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: Arroz irrigado; rendimento; manejo; qualidade da água.

ABSTRACT

The main objective of this experiment was to evaluate seed yield and yield components of four irrigated rice cultivars under different management systems, as well as, to measure the concentration of nutrients in the initial drainage water. The research was conducted during the 1998/99 growing season on a lowland area on a PLANOSSOIL located at the Federal University of Santa Maria-RS, Brazil. The rice cultivars

¹Parte da Dissertação de Mestrado do Primeiro Autor Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²Engenheiro Agrônomo, Bolsista da CAPES, Aluno Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM. End: Av. João Machado Soares, 1190, Camobi, Santa Maria, RS. E-mail: laurow@bol.com.br. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor Bolsista do CNPq, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM.

⁴Engenheiro Agrônomo PhD., Bolsista do CNPq, Professor do Departamento de Engenharia Rural, CCR, UFSM.

⁵Aluno do Curso de Agronomia da UFSM, Bolsista do CNPq.

were IRGA 417, EL PASO 144, BRS TAIM and EPAGRI 108. The management systems were: conventional and minimum tillage and pre-germinated and "mix" of pre-germinated and seedlings transplants. The experimental design was a randomized split block with four replications. The conventional and minimum tillage were seeded in November 01st, 1998 and the pre-germinated and mix of pre-germinated and seedlings transplants were established in November 18th, 1998. Seed yield was affected by management system except for the cultivar EL PASO 144 that had the same yield regardless treatments. EPAGRI 108 had the highest average yields, 8349kg ha⁻¹. The highest number of panicles per square meter was observed in the pre-germinated and mix pre-germinated systems. The transplanted seedlings had the highest number of seeds per panicles. Regardless the management systems, EL PASO 144 presented the highest number of seeds per panicle and EPAGRI 108 the heavier seeds. Nutrient concentration in the initial drainage water was similar in all systems with average N, P, K, Ca, Mg and Fe concentrations of 5.02, 2.06, 10.33, 6.38, 3.51 and 2.56 mg l⁻¹, respectively.

Key words: Irrigated rice, yield, management, water quality.

INTRODUÇÃO

O constante aumento da área de cultivo e do rendimento de grãos do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul (RS) é devido, segundo SOUSA *et al.* (1994), ao lançamento de cultivares mais produtivas e ao aprimoramento de técnicas no manejo da cultura. Apesar disso, há fatores restritivos a maior rentabilidade da orizicultura e, dentre desses, cita-se o arroz vermelho que afeta o rendimento de grãos e a qualidade do arroz colhido (MARCHEZAN, 1994), que segundo GOMES *et al.* (1990), é responsável pela redução de cerca de 20% na produção de arroz do Estado. Em função disso, os orizicultores estão buscando novas alternativas, como por exemplo, a utilização de sistemas de cultivo para o arroz irrigado que reduzam a incidência de insetos.

Dentre os sistemas de cultivo, o sistema convencional se caracteriza pelo excessivo número de operações de preparo do solo, sendo essas operações realizadas muito próximas da época da semeadura do arroz, provocando, em muitos anos, atraso no estabelecimento da lavoura. Por outro lado, o cultivo mínimo é realizado através de operações de preparo do solo no final do inverno/início da primavera, e antes da semeadura, utilizando-se somente a aplicação do herbicida de ação total para eliminar plantas nativas ou cultivadas que cresceram durante esse intervalo de tempo. Outro sistema que está sendo utilizado é o sistema pré-germinado, o qual possibilita a redução no uso de herbicidas para o controle de plantas invasoras, sendo o preparo do solo e aplainamento da superfície execu-

tados sob condições de solo saturado e a semeadura do arroz é realizada com semente pré-germinada em lâmina de água (EPAGRI, 1992). Outro sistema é mix de pré-germinado, o qual é realizado através da semeadura do arroz com semente pré-germinada em lâmina de água, sendo o preparo do solo executado conforme o cultivo mínimo descrito anteriormente (ÁVILA *et al.*, 1999). Também, pode-se implantar a lavoura de arroz através do transplante de mudas, onde o solo é preparado de modo idêntico ao sistema pré-germinado e as mudas são produzidas em caixas ou canteiros e transferidas para o local definitivo ao atingirem estatura em torno de 15cm (SHARMA *et al.*, 1988).

Relacionando-se o manejo da água de irrigação do sistema convencional e cultivo mínimo, observa-se que é semelhante, pois nos dois sistemas, a irrigação deve ser iniciada de 20 a 30 dias após a emergência das plântulas e durante esse período, se necessário, realiza-se irrigação-drenagem para auxiliar na emergência das plântulas. Quanto aos sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas, a irrigação começa em torno de 20 dias antes da semeadura, sendo realizado a drenagem dessa água um dia antes do transplante das mudas e para o sistema pré-germinado e mix de pré-germinado ao redor de três dias após a semeadura.

O volume de água usualmente drenado de uma área cultivada com arroz irrigado por inundação, considerando-se uma lâmina média de 10 cm de altura, fica em aproximadamente 1.000 m³ ha⁻¹. Esta drenagem é prejudicial tanto para a rentabilidade do setor orizícola, quanto ao ambiente, pois, além da perda de água, pode-se contaminar os mananciais com nutrientes minerais e pesticidas (LICHTENBERG & SHAPIRO, 1997). Segundo a Portaria 05/89 da Secretaria da Saúde e Meio Ambiente (SSMA) do RS (1989) que dispõe sobre os critérios e padrões de efluentes líquidos para serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos de água do RS, a concentração máxima permitida de nitrogênio total, fósforo total, carbonato de cálcio e ferro é de 10, 01, 200 e 10 mg l⁻¹, respectivamente. Neste aspecto, VAN DER MOLEN *et al.* (1998) afirmam que perdas ambientalmente aceitáveis de fósforo, deveriam situar-se em níveis abaixo de 1 kg ha⁻¹ ano⁻¹. De acordo com GISH & SADEGHI (1993), a drenagem, quando necessária, deve vir acompanhada de estratégias de controle dos produtos químicos utilizados pela agricultura, sendo que a não realização de drenagem no mínimo de 30 dias após a aplicação de qualquer pesticida é uma das formas de minimizar o problema.

O aspecto principal a ser considerado para viabilizar a mudança de sistemas de cultivo é o rendimento de grãos do arroz irrigado. Na comparação entre sistemas de cultivo que realizam a semeadura em solo seco ou solo inundado, ou ainda na forma de transplante de mudas, TASCÓN (1985) cita que o rendimento de grãos do arroz não difere significativamente entre os sistemas. Já DE DATTA & KERIM (1974) verificaram que o rendimento de grãos do arroz irrigado é superior quando estabelecido no sistema transplante de mudas comparado ao arroz no sistema pré-germinado. Quanto aos componentes do rendimento, o arroz no sistema pré-germinado obtém maior número de panículas por m² e baixo número de grãos por panícula (DE DATTA et al., 1988), menor número de espiguetas e maior percentagem de grãos inteiros (BHUIYAN et al., 1995), na comparação com o sistema transplante de mudas. ROSSO et al. (1997) citam que as cultivares modernas, as quais apresentam porte baixo, alto potencial de perfilhamento, criadas a partir da década de 60, foram desenvolvidas para o sistema convencional e apresentam restrição em expressar o potencial produtivo em outro sistema de cultivo.

A cultivar IRGA 417 abrange em torno de 30% da área cultivada com arroz irrigado no Estado, a EL PASO 144 uma das mais utilizadas na América Latina, a BRS TAIM é de boa aceitação na região central do Estado e a EPAGRI 108 foi desenvolvida por programa de melhoramento dentro do sistema pré-germinado e com bom potencial de aumento de área de utilização pelos orizicultores do Estado.

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o rendimento de grãos e os componentes do rendimento de quatro cultivares de arroz irrigado (IRGA 417, EL PASO 144, BRS TAIM e EPAGRI 108) em cinco sistemas de cultivo (convencional, cultivo mínimo, pré-germinado, "mix" de pré-germinado e transplante de mudas), bem como verificar a concentração de nutrientes na água de drenagem dos sistemas de cultivo pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de várzea do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria/RS, no ano agrícola 1998/99. O solo é classificado como PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico arênico. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, bifatorial em parcelas subdivididas, com quatro repetições. O experimento constituiu-se de cinco sistemas

de cultivo (sistema convencional, cultivo mínimo, pré-germinado, "mix" de pré-germinado e transplante de mudas) e quatro cultivares de arroz irrigado (IRGA 417, EL PASO 144, BRS TAIM e EPAGRI 108). Os sistemas de cultivo foram alocados nas parcelas principais de 16m x 10m, e as cultivares constituíram as sub-parcelas de 4m x 10m. A área útil para estimar o rendimento de grãos do arroz foi de 3,0m x 5,0m, localizada no centro de cada parcela. Na área, durante o período de inverno, foi semeado azevém (*Lolium multiflorum*) para a cobertura do solo.

O preparo do solo para o sistema convencional, pré-germinado e transplante de mudas, foi realizado com equipamento tratorizado e com enxada rotativa. Após, realizou-se a construção das taipas para a separação da irrigação de cada parcela. O aplainamento da superfície do solo para o sistema pré-germinado e transplante de mudas foi realizado com lâmina de água, objetivando a formação do lodo. Para o cultivo mínimo (10 dias antes da semeadura) e mix de pré-germinado (10 dias antes da entrada de água), fez-se a dessecação do azevém com o herbicida glyphosate (1.920g i.a. ha⁻¹). A semeadura do arroz no sistema convencional e cultivo mínimo foi realizada em 01 de novembro de 1998, no espaçamento de 0,18m entre linhas e densidade de 180kg de sementes ha⁻¹, realizado com uma semeadora-adubadora SHM de 11 linhas. A semeadura nos sistemas pré-germinado e mix de pré-germinado foi realizada manualmente, com sementes pré-germinadas, no dia 18 de novembro de 1998, densidade de 130kg de semente ha⁻¹. Para o estabelecimento do sistema transplante de mudas, primeiramente, fez-se a semeadura do arroz em caixas de madeira com dimensão de 26cm x 58cm x 5cm, as quais continham 2,0cm de terra seca e peneirada. Posteriormente, realizou-se o transplante das mudas, manualmente, quando estas se apresentavam com altura média de 15cm, sendo colocadas 2 a 3 mudas por cova, distanciadas de 20cm x 25cm.

A adubação de base foi realizada com fertilizante formulado na quantidade de 10 kg N ha⁻¹, 40kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 40kg de K₂O ha⁻¹, conforme análise do solo e seguindo-se recomendação do manual de Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil, 1999. No sistema convencional e cultivo mínimo, o fertilizante foi incorporado em torno de 5,0cm de profundidade pelo equipamento de semeadura. Para o sistema pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas, o fertilizante foi aplicado manualmente três dias antes da semeadura e/ou transplante das mudas sobre a lâmina de água. O nitrogênio em cobertura foi realizado manualmente, utilizando-se uréia, na quanti-

dade de 70kg de N ha⁻¹, sendo 30kg no início do perfilhamento, em torno de 20 dias após a emergência das plântulas (DAE) e 40kg na iniciação do primórdio floral, aproximadamente 60 DAE. O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicida Quinclorac (0,375kg i.a.ha⁻¹) + pyrazosulfuron-etil (0,0020kg i.a. ha⁻¹) aos 16 DAE.

O rendimento de grãos foi determinado pela colheita manual das plantas da área útil, as quais foram trilhadas, separando-se os grãos da palha e, procedeu-se pesagem dos grãos, corrigindo-se a umidade para 13%. Para a determinação dos componentes do rendimento foram colhidas, aleatoriamente, dez panículas por parcela, contando-se o número de grãos por panícula. O número de panículas por m² da cultura do arroz foi realizado através da contagem das panículas na fase final da floração. A massa de mil grãos foi realizada a partir de quatro amostras de 100 grãos por parcela.

O manejo da água de irrigação foi realizado de acordo com as peculiaridades de cada sistema, sendo que, no sistema convencional e cultivo mínimo, a irrigação foi iniciada aos 18 DAE, mantendo-se lâmina aproximada de 10cm de altura e a água não foi drenada até a colheita. No sistema pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas as parcelas foram inundadas 13 dias antes da semeadura e/ou transplante, sendo realizada a drenagem da água um dia antes do transplante e no sistema pré-germinado e mix de pré-germinado a água foi drenada da área três dias após a semeadura.

A drenagem da água foi realizada abrindo-se um pequeno dreno (canal) na taipa de cada parcela e com auxílio de um bequer fez-se a coleta de sub-amostras de água, durante todo o período de duração da drenagem, de modo que integrasse água presente na superfície, na parte média e inferior da lâmina de água, completando em torno de um litro. Posteriormente, procedeu-se a análise química da água no laboratório de rotina do Departamento de Solos da UFSM, onde determinou-se a concentração total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro.

Os resultados foram submetidos a análise estatística, utilizando-se o programa Software Scientific (SOC – EMBRAPA, 1989). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de rendimento de grãos e massa de mil grãos (Tabela 1) apresentaram interação

significativa entre sistemas x cultivares, enquanto que o número de grãos por panícula somente foi significativo para sistemas e cultivares, e o número de panículas por m² a análise indicou diferença entre os sistemas de cultivo.

O rendimento de grãos e massa de mil grãos das quatro cultivares de arroz são apresentados na tabela 1. As cultivares EPAGRI 108 e EL PASO 144 apresentaram maior rendimento de grãos em todos os sistemas, exceto o rendimento da EL PASO 144 no transplante de mudas que foi inferior a EPAGRI 108, e no sistema pré-germinado, a IRGA 417 apresentou rendimento de grãos semelhante a EL PASO 144 e EPAGRI 108. Este comportamento é importante para tomada de decisão na escolha de cultivares no planejamento da propriedade, pois, dependendo do sistema de cultivo a ser utilizado, escolhe-se a cultivar mais adaptada a cada sistema. A cultivar EL PASO 144 demonstrou melhor regularidade de rendimento de grãos pelo fato de não sofrer interferência dos distintos sistemas de cultivo.

A cultivar EPAGRI 108 apresentou maior rendimento de grãos no sistema transplante de mudas (9.612kg ha⁻¹). Isto pode ter ocorrido devido ao maior ciclo vegetativo desta cultivar. Conforme DINGKHUN et al. (1991), cultivares de ciclo longo, apresentam maior rendimento de grãos no sistema transplante de mudas, devido ao maior período hábil para a recuperação pelas plantas do estresse sofrido por ocasião do transplante, enquanto que cultivares de ciclo curto e/ou médio não conseguem total recuperação desse estresse. As cultivares de arroz expressaram maior rendimento de grãos, quando submetidas ao sistema transplante de mudas, devido às plantas de arroz neste sistema, estarem melhor distribuídas na área, ocupando assim melhor o espaço físico, reduzindo a concorrência entre plantas por luz e nutrientes.

Outro fator explicativo para o maior rendimento de grãos da cultivar EPAGRI 108 está diretamente relacionado à massa de mil grãos e isto pode ser observado na tabela 1. Em todos os sistemas de cultivo, esta cultivar apresentou superior massa de mil grãos em relação as demais, com exceção no sistema mix de pré-germinado, onde há uma semelhança com as cultivares IRGA 417 e BRS TAIM. As cultivares IRGA 417 e BRS TAIM não sofreram influência dos sistemas de cultivo sobre a massa de mil grãos, demonstrando regularidade de massa em todos os sistemas, enquanto que a EL PASO 144 foi superior no cultivo mínimo e convencional e nestes sendo diferentes dos demais. A EPAGRI 108 foi a cultivar com maior desuniformidade de massa de grãos, sendo no cultivo mínimo a maior

Tabela 1 - Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) e massa de mil grãos (g) das cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. Santa Maria, RS. 2000.

Sistemas	Cultivares de arroz irrigado				Médias
	IRGA 417	EL PASO 144	BRS TAIM	EPAGRI 108	
Rendimento de grãos					
Convencional	*B 6.840 b	A 8.297 a	B 6.962 abc	A 8.675 b	7.694
Cultivo mínimo	B 6.150 b	A 7.615 a	B 6.705 bc	A 8.192 bc	7.165
Pré-germinado	AB 7.850 a	A 8.105 a	B 7.195 ab	AB 7.617 c	7.692
Mix de pré-germinado	B 6.850 b	A 7.622 a	B 6.388 c	A 7.647 c	7.127
Transplante de mudas	B 8.447 a	BC 8.007 a	C 7.595 a	A 9.612 a	8.415
Médias	7.227	7.929	6.969	8.349	7.618
CV (%)	6,6				
Massa mil grãos					
Convencional	B 25,95 a*	B 26,70 a	B 26,08 a	A 29,49 a	27,05
Cultivo mínimo	B 26,92 a	B 26,90 a	B 26,26 a	A 30,07 a	27,54
Pré-germinado	B 25,97 a	C 24,45 b	B 26,28 a	A 28,97 ab	26,42
Mix de pré-germinado	AB 26,26 a	B 24,99 b	AB 26,31 a	A 26,85 c	26,10
Transplante de mudas	B 25,60 a	B 24,25 b	B 24,86 a	A 27,86 bc	25,64
Médias	26,14	25,46	25,96	28,65	26,55
CV (%)	3,5				

*Médias antecedidas de letra maiúscula diferente na linha e seguidas de letra minúscula diferente na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

massa e no mix de pré-germinado, a menor. Esta característica pode, em parte, também, explicar o menor rendimento de grãos desta cultivar quando submetida aos sistemas de cultivo pré-germinado e mix de pré-germinado.

O resultado das médias do número de grãos por panícula e o número de panículas por m² das quatro cultivares de arroz nos diferentes sistemas de cultivo são apresentados na tabela 2. Observa-se que as cultivares sob sistema transplante de mudas apresentaram menor número de panículas por m², e isto é devido ao pequeno número de plantas por unidade de área, o que é característica deste sistema. Por outro lado, as cultivares de arroz, no sistema transplante de mudas, apresentaram maior número de grãos por panícula, demonstrando a compensação dos componentes do rendimento nesse sistema, sendo este componente do rendimento, o principal responsável para que as cultivares obtivessem maior rendimento de grãos no sistema transplante de mudas.

As cultivares sob sistema convencional, cultivo mínimo, pré-germinado e mix de pré-germinado apresentaram semelhante número de grãos por panícula, mas o número de panículas por m² foi superior nos sistemas pré-germinado e mix de pré-germinado.

Na comparação do número de grãos por panícula entre as cultivares, observa-se que a cultivar EL PASO 144 obteve 26, 21 e 16% maior número de

grãos por panícula em relação às cultivares IRGA 417, BRS TAIM e EPAGRI 108, respectivamente. Quanto ao número de panículas por m² as cultivares apresentaram semelhança entre si.

As diferenças encontradas no número de panículas por m², no número de grãos por panícula,

Tabela 2 – Médias do número de grãos/panícula e panículas/m² das cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. Santa Maria, RS. 2000.

Sistemas	Grãos/panícula	Paniculas/m ²
Convencional	69 b*	532 b
Cultivo mínimo	72 b	497 b
Pré-germinado	65 b	647 a
Mix de pré-germinado	76 b	630 a
Transplante de mudas	95 a	372 c
Cultivares		
IRGA 417	69 b	562 ^{ns}
EL PASO 144	87 a	506
BRS TAIM	72 b	558
EPAGRI 108	75 b	518
Médias	75,5	536
CV (%)	13,6	22,8

*Médias seguidas de letra minúscula diferente na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

^{ns}Não significativo pelo Teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 – Concentração total dos nutrientes (mg l⁻¹) nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro na água de drenagem inicial dos sistemas de cultivo de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2000.

Sistemas	N	P	K	Ca	Mg	Fe
	Concentração (mg l ⁻¹)					
Pré-germinado	4,98 ^{ns}	1,90 ^{ns}	11,05 ^{ns}	6,37 ^{ns}	3,64 ^{ns}	2,43 ^{ns}
Mix de pré-germinado	5,33	2,12	9,60	6,40	3,36	2,86
Transplante de mudas	4,76	2,16	10,35	6,37	3,52	2,39
Médias	5,02	2,06	10,33	6,38	3,51	2,56
CV (%)	20,0	20,2	35,7	28,5	33,2	18,8

^{ns} Não significativo pelo Teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

massa de mil grãos e rendimento de grãos nos diferentes sistemas, podem ser atribuídos à adaptação de cada cultivar, às condições edafoclimáticas do local, ano de cultivo, e ainda, ao manejo adotado para a cultura e peculiaridades de cada sistema. Estas constatações são importantes para o planejamento agrícola, onde os orizicultores podem lançar mão de diferentes sistemas de cultivo para o estabelecimento da cultura, podendo dessa forma, maximizar e racionalizar a utilização de máquinas e mão-de-obra.

O experimento mostrou, também, que as cultivares de arroz irrigado disponíveis no mercado, são de alto potencial de rendimento de grãos, o que proporciona, conjuntamente com os sistemas de cultivo, flexibilidade e sustentabilidade da atividade orizícola no Estado.

Os valores da concentração total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro da análise da água de drenagem inicial nos sistemas de cultivo pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas são apresentados na tabela 3. Não se observou diferença significativa entre sistemas de cultivo para os elementos avaliados. A concentração de nitrogênio e fósforo totais na água de drenagem inicial dos sistemas de cultivo podem ser considerados altos para os padrões aceitáveis dos efluentes no RS, principalmente o fósforo total, o qual apresentou concentração média de 2,06 mg l⁻¹ e, o máximo aceitável é de 1,0 mg l⁻¹. O preparo do solo no sistema pré-germinado e transplante de mudas, o qual é realizado antes da semeadura para a incorporação do fertilizante e controle de plantas daninhas, se fosse realizado com pouca intensidade, ou dado tempo necessário para precipitar a maior parte dos sólidos em suspensão, significaria, certamente, redução de perdas de nutrientes por ocasião da drenagem. Enquanto isso, no sistema mix de pré-germinado, o fertilizante aplicado na base não é incorporado, e isto poderia significar maior concentração

dos nutrientes na água de drenagem inicial, mas neste experimento não foi verificado essa hipótese. Assim, a perda de nutrientes via água de drenagem inicial das lavouras pode ser alta e necessita ser reduzida para que a atividade orizícola seja técnica, econômica e ambientalmente sustentável. O manejo da água de irrigação com lâmina contínua durante todo o ciclo da cultura seria uma proposta alternativa. Caso fosse desnecessário realizar a drenagem da lavoura, o ambiente seria menos poluído. Mas, para isso, faz-se necessário avaliar esta proposta em diferen-

tes condições de clima, solo e, ainda, com cultivares adaptadas a este manejo. Outra alternativa seria aumentar o período entre o preparo final do solo/adubação e a drenagem, possibilitando dessa forma, maior precipitação dos sólidos em suspensão.

CONCLUSÕES

As cultivares EPAGRI 108 e EL PASO 144 são os genótipos de arroz irrigado com maior rendimento de grãos na média dos sistemas de cultivo testados.

O sistema transplante de mudas, sistema convencional e pré-germinado são os sistemas de cultivo que proporcionam maior rendimento de grãos de arroz irrigado.

A água de drenagem inicial dos sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas, apresentou concentração média de fósforo total de 2,06 mg l⁻¹, o qual está acima dos padrões tolerados pela legislação ambiental do Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, L. A., et al. Evolução do banco de semente de arroz vermelho em diferentes sistemas de utilização do solo de várzea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas : 1999. p. 590-593.
- BHUIYAN, S. I.; SATTAR, M. A.; KHAN, M. A. K. Improving water use efficiency in rice irrigation through wet-seeding. **Irrigation Science**, v. 16, p. 1-8, 1995.
- DE DATTA, S.K.; KERIM, M.S.A.A.A. Water and nitrogen economy of rainfed rice as affected by soil puddling. **Soil Science So. Am Journal**, v.38, p.515-517, 1974.
- DE DATTA, S. K., et al. Nitrogen use efficiency and nitrogen-15 balances in broadcast-seeded flooded and transplanted rice. **Soil Science Soc Am Journal**, v.52, p. 849-855, 1988.

- DINGKUH, M. et al. Relationships between ripening-phase productivity and crop duration, canopy photosynthesis and senescence in transplanted and direct-seeded lowland rice. **Field Crop Research**, v.26, n.3-4, p.327-345, 1991.
- EPAGRI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Florianópolis (SC), 1992. 79p.
- GISH, T. J.; SADEGHI, A. Agricultural water quality priorities: A symposium overview. **J Env Quality**, v. 22, n.3, p.389-391, 1993.
- GOMES, A. da S. et al. Plantio com cultivo mínimo em arroz irrigado no RS. In: RENAPA, 1990, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1990. p.74.
- LICHTENBERG, E.; SHAPIRO, L. K. Agriculture and nitrate concentrations in Maryland Community water system wells. **J Env Quality**, v. 26, n. 1, p. 145-152, jan.feb/1997.
- MARCHEZAN, E. Arroz vermelho: caracterização, prejuízos e controle – Revisão bibliográfica. **Ciência Rural**, v.24, n.2, p.415-421, 1994.
- RIO GRANDE DO SUL. Portaria nº 05/89 de 16 de Março de 1989 - SSMA. Norma Técnica que dispõe sobre critérios e efluentes líquidos...**Diário Oficial**, Porto Alegre, 29/03/1989.
- ROSSO, A. F. de et al. Competição de genótipos de arroz irrigado em três sistemas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Baln. Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí : EPAGRI, 1997. p.158-161.
- SHARMA, P. K.; DE DATTA, S. K.; REDULLA, C. A. Tillage effects on soil physical properties and wetland rice yield. **Agronomy Journal**, v.80, p.34-39, 1988.
- SOUSA, R. O.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado no RS. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. v.1, p.151-168.
- TASCÓN, J. E. Requisitos de água y métodos de riego en el cultivo del arroz. In: TASCÓN J. E. **Arroz: investigación y producción**. Cali, Colombia : CIAT, 1985. p.183-202.
- VAN DER MOLEN, D. T.; BREEUWSMA, A.; BOERS, P. C. M. Agricultura nutrient losses to surface water in the Netherlands. **J Env Quality**, v. 27, p.4-11, 1998.