

PAULA BIANCHET

**PERÍODOS DE DRENAGEM DO SOLO NO PERFILHAMENTO EM
ARROZ IRRIGADO CULTIVADO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO**

LAGES, SC

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

PAULA BIANCHET

PERÍODOS DE DRENAGEM DO SOLO NO PERFILHAMENTO EM
ARROZ IRRIGADO CULTIVADO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Ph.D. Luis Sangoi

LAGES, SC

2006

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Bianchet, Paula

Períodos de drenagem do solo no
perfilhamento em arroz irrigado cultivado no
sistema pré-germinado. / Lages, 2006.
90 p.

Dissertação (Mestrado) – Centro de
Ciências Agroveterinárias / UDESC.

1. Arroz. 2. Pré-germinado. 3. Perfilhamento 4.
Drenagem 5. Rendimento. I. Título.

PAULA BIANCHET

**PERÍODOS DE DRENAGEM DO SOLO NO PERFILHAMENTO EM
ARROZ IRRIGADO CULTIVADO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**Aprovado em:
Pela Banca Examinadora:**

**Homologada em:
Por:**

Ph.D. Luis Sangoi
Orientador – UDESC

Ph.D. Cassandro Amarante
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado
em Produção Vegetal

Ph. D. Paulo Roberto Ernani
UDESC

Dr. Jaime Antônio de Almeida
Coordenador do Programa de Mestrado em
Agronomia

Ph. D. Paulo Régis Ferreira da Silva
UFRGS

Dr. Paulo César Cassol
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias

Dr. Moacir Antônio Schiochet
EPAGRI

Dedico às pessoas que foram
fundamentais nesta conquista,
meu namorado Carlos Eduardo
Israel e meus pais, Aldo e Marlene
Bianchet

AGRADECIMENTOS

A Deus que permitiu estes momentos de lutas e vitórias.

A meu namorado Carlos Eduardo Israel, pelo incentivo e paciência nos momentos que lhe privei da minha companhia.

A meu pai e meu irmão, pelo apoio com os tratos culturais do experimento.

A minha mãe, minhas irmãs e minha avó pelo apoio e incentivo.

Ao professor Luis Sangoi, que além de oferecer orientação, é um ombro amigo, um exemplo de profissional e um “pai adotivo”.

Ao professor Paulo Roberto Ernani que sempre esteve disposto a me orientar.

Ao engenheiro agrônomo da Epagri Ronaldir Knoblauch pela paciência, pelas idéias e sugestões para o trabalho de pesquisa.

A Capes pela bolsa concedida.

A Cooper Juriti por disponibilizar as sementes para o experimento.

A Cravil, em especial a Alessandra e ao Moacir, pela ajuda e liberação de equipamentos para realização de algumas análises.

A meu primo Vitor Isidoro, pela colaboração no preparo do solo.

Aos bolsistas da graduação, Amauri, Cleber, Franchielli, Ciro, Dário, pelo fundamental apoio no trabalho de campo, casa de vegetação e laboratório.

Às amigas, Amanda e Izabel, pelas horas compartilhadas estudando e se divertindo. Obrigada por sempre estarem a meu lado!

Aos vizinhos, D. Clara e Seu Osnilde, pelo apoio, cuidados e dedicação.

Aos amigos, Analú, Adelina, Vera, Clarice, Cinei, João José, Guilherme, Felipe, Biffi, Artur, pelas risadas e pelos momentos compartilhados.

A UDESC, por proporcionar, mais uma vez, um estudo gratuito e de qualidade.

E a todos os professores e funcionários, que fazendo ou não parte do curso, direta ou indiretamente contribuíram para esta conquista, obrigada!!

A realização de um sonho não nos
trás apenas o prazer da
conquista, mas também nos dá o
privilégio do aprendizado durante
a caminhada!!

RESUMO GERAL

O manejo da água é de grande importância para cultura do arroz irrigado no sistema pré-germinado. A água contribui para o preparo do solo, controle de plantas daninhas, pragas e doenças e eleva a disponibilidade de nutrientes. A retirada de água no perfilhamento é uma prática comum entre os produtores do Estado de Santa Catarina. Estes afirmam que a supressão da irrigação no perfilhamento melhora a sustentação das plantas, evitando o acamamento e facilitando a drenagem antes da colheita. Por outro lado, esta prática pode ocasionar alguns problemas, tais como maior incidência de brusone e de plantas daninhas, perdas de nitrogênio por desnitrificação e redução na produtividade devido à falta de água. Este trabalho foi conduzido objetivando determinar o efeito da retirada de água no perfilhamento sobre a morfologia do sistema radicular da planta, características físico-químicas do solo, rendimento de grãos e parâmetros de engenho de cultivares de arroz. Foram conduzidos dois experimentos, um em casa de vegetação, em Lages e outro a campo, no município de Pouso Redondo. Em cada ensaio foram testados quatro sistemas de manejo da água durante o perfilhamento: irrigação contínua, retirada da água no estágio V6 e retorno 7 dias após, 14 dias após e 21 dias após a drenagem. Para cada sistema de manejo de água foram avaliadas duas cultivares, uma de ciclo precoce, EPAGRI-106, e outra de ciclo tardio, EPAGRI-109. O ensaio em casa de vegetação foi implantado no dia 24/09/2004 e o ensaio a campo no dia 16/10/2004, sendo que a inundação inicial ocorreu 30 dias antes da semeadura para os dois ensaios. A adubação foi equivalente a 20 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 40 kg K_2O ha^{-1} e 100 kg de N ha^{-1} para os dois ensaios. O delineamento experimental do experimento em casa de vegetação foi completamente casualizado. No experimento de campo utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo que na parcela principal foram testados os sistemas de manejo da irrigação e nas sub-parcelas as cultivares de arroz. No experimento conduzido em casa de vegetação determinou-se a estatura e o número de perfilhos por planta, o número de folhas totais, verdes e senescentes, o comprimento, a área, o volume e o raio das raízes, bem como a quantidade de massa seca alocada à parte aérea e ao sistema radicular. No experimento a campo determinou-se a quantidade de N mineral no solo aos 7, 14 e 20 dias após a drenagem e a resistência do solo à penetração no momento da drenagem, aos 7, 14 e 20 dias após a drenagem. Coletou-se também amostras indeformadas de solo para determinação da densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total aos 7 dias após a drenagem e no momento da colheita. Após a colheita, determinou-se o rendimento de grãos, os componentes do rendimento e parâmetros de engenho. Os dados obtidos nos dois ensaios foram submetidos à análise de variância. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro. As matérias seca de parte aérea, de raiz e total não foram afetadas pelo sistema de manejo da irrigação, sendo maior na cultivar de ciclo precoce Epagri 106. A drenagem do solo por 21 dias acelerou a senescência foliar e diminuiu o número de folhas verdes na colheita, em relação ao tratamento com irrigação contínua. A cultivar Epagri 109 apresentou maior número de folhas totais e de perfilhos do que a cultivar Epagri 106, na média dos quatro sistemas de manejo da água. O comprimento, a área e o volume radicular foram reduzidos quadraticamente com o aumento no período de drenagem. No

experimento de campo, a retirada da água no perfilhamento teve pequeno efeito sobre a quantidade de nitrogênio mineral (NO_3^- e NH_4^+) determinada aos 7, 14, 20 dias após a drenagem. O sistema de manejo da irrigação não interferiu significativamente sobre a resistência do solo à penetração na camada de 0-10cm da drenagem até o retorno da irrigação. A retirada de água no perfilhamento aumentou a densidade do solo no momento da colheita da cultivar Epagri 106. O rendimento de grãos e os componentes do rendimento não foram afetados pelo sistema de manejo da irrigação no perfilhamento. Não houve diferença significativa no rendimento de grãos entre cultivares. A cultivar Epagri 109 apresentou maior comprimento de panícula, percentagem de grãos chochos, massa de 1000 grãos, porcentagem de impurezas e rendimento de engenho do que a Epagri 106. Os resultados do trabalho feito em casa de vegetação demonstram que períodos prolongados de drenagem aceleram a senescência foliar e restringem o desenvolvimento do sistema radicular da cultura do arroz, independente do ciclo da cultivar. Estas restrições não reduziram o rendimento de grãos a campo, possivelmente devido ao índice pluviométrico registrado durante os 20 dias de aplicação dos sistemas de manejo da irrigação.

GENERAL SUMMARY

The water management has great importance to the pre-germinated paddy rice production system. The irrigation water contributes to soil tillage, helps to control weeds, insects and diseases, and increases nutrient availability. The water drainage at tillering is a common management practice among rice growers in Santa Catarina. Rice producers state that irrigation suppression at tillering enhances plant sustainability, preventing lodging and favoring water removal before harvesting the crop. Conversely, this water management strategy may create some problems, such as enhancement in the incidence of weeds and diseases, stimulation of nitrogen losses by denitrification and reduction of grain yield due to water deficit. This work was conducted aiming to determine the effect of water removal at tillering on plant root morphology system, physical and chemical soil attributes, grain yield and kernel quality of rice cultivars. A green house and a field experiment were conducted in Lages and Pouso Redondo, respectively. Four water management systems at tillering were tested on each trial: continuous irrigation during tillering, water removal at V6 and water return at 7, 14 and 21 days after soil drainage. Two cultivars were evaluated for each irrigation system: Epagri 106 (early cycle) and Epagri 109 (late cycle). The experiments were installed on 09/24/2004 in Lages, and 10/16/2004 in Pouso Redondo. The experimental area was flooded 30 days before sowing rice at both experimental sites. The soil was fertilized with 20 kg of P_2O_5 , 40 kg of K_2O and 100 kg of $N\ ha^{-1}$ in each experiment. A completely randomized design was used in the green house experiment. A randomized block design with split-plots was employed in the field, where the irrigation systems were tested in the main plots and the cultivars in the split-plots. The plant height, total number of leaves per plant, number of green and senesced leaves, root length, volume, radius and area, as well as root and shoot dry mass were assessed in the green house experiment. In the field experiment, soil samples were collected at 7, 14 and 20 days after drainage to determine mineral N. Evaluations of soil resistance to penetration were carried out at soil drainage, 7, 14 and 20 days after water removal. Soil density, micro porosity, macro porosity and total porosity were assessed 7 days after water removal and at harvesting. Grain yield, yield components and grain quality parameters were determined after harvesting. In both experiments, data were analyzed by the Variance Analysis. Means were compared by the Duncan's Test at the 5% error probability level. Results from the green house experiment showed that the root and shoot dry mass were not affected by the irrigation management system and were higher for the early cultivar Epagri 106. Soil drainage for 21 days increased leaf senescence, decreasing the number of green leaves at harvesting, in relation to the treatment with continuous irrigation. The late cultivar Epagri 109 presented higher number of tillers and leaves than the early cultivar Epagri 106. The root length, area and volume were reduced with the increase in drainage period. In the field, water removal at tillering had a small effect on the amount of mineral N (NH_4^+ and NO_3^-) 7, 14 and 20 days after drainage. The water management system did not affect soil resistance penetration at the 0-10 cm layer from drainage to water return. The water removal at tillering enhanced soil density at harvesting of cultivar Epagri 106. Grain yield and kernel quality were not affected by the water management system at

tillering. There were no significant differences between grain yields of both cultivars. Epagri 109 presented higher values of panicle length, weight of 1,000 grains, percentage of empty grains and percentage of full length grains than Epagri 106. Results from the green house experiment indicate that long drainage periods at tillering hasten leaf senescence and restrict rice root growth, regardless of cultivar cycle. Such physiological restrictions did not decrease grain yield in the field possibly due to the high amount of rainfall during the 20 days where water management systems were tested.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Massa seca de raiz e parte aérea de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 2. Massa seca total e relação raiz/parte aérea de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 3. Número de folhas verdes e senescidas por planta de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 4. Número de folhas totais e números de perfilhos por planta de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 5. Estatura de planta e estágio de desenvolvimento de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 6. Quantidade de amônio e de nitrato no solo aos sete, 14, 20 dias após a drenagem do solo no perfilhamento e no florescimento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 7. Macroporosidade e microporosidade do solo sete dias após a drenagem da água. Pouso Redondo, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 8. Densidade do solo e porosidade total medida após aos sete dias de drenagem do solo. Pouso Redondo, SC, 2004. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 9. Macroporosidade e microporosidade do solo no momento da colheita, em função dos sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 10. Densidade e porosidade total do solo medidas na colheita, em função de sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 11. Resistência do solo à penetração medidos, sete, 14 e 20 dias após a drenagem. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 12. Incidência de brusone da folha no perfilhamento de duas cultivares de arroz em solo cultivado sistema pré-germinado, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 13. Incidência de brusone da folha na floração de duas cultivares de arroz submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 14. Rendimento de grãos de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 15. Componentes do rendimento de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**

- Tabela 16. Comprimento da panícula e porcentagem de grãos chochos de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005..... **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 17. Renda base e rendimento de grãos inteiros de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005. **Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 18. Porcentagem de impurezas e porcentagem de grãos quebrados de duas cultivares de arroz em função do manejo da água no perfilhamento. Pouso Redondo, 2004. **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Comprimento de raiz de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2. Área de raiz de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3. Volume de raízes de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 4. Raio médio de raízes de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004..... **Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
CAPÍTULO 1.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
DRENAGEM DO SOLO NO PERFILHAMENTO E PARÂMETROS RADICULARES E DE PARTE ÁREA DO ARROZ IRRIGADO CULTIVADO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.1 RESUMO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CHAPTER 1	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
SOIL DRAINAGE AT TILLERING AND ROOT AND SHOOT PARAMETERS OF PADDY RICE GROWN WITH PRE-GERMINATED SEEDS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.1 SUMMARY	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2. INTRODUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2.1. SISTEMA RADICULAR DO ARROZ	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2.1.1. MORFOLOGIA DO SISTEMA RADICULAR	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2.1.2. RIZOSFERA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2.2. CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO ARROZ IRRIGADO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2.3. EFEITO DO MANEJO DA ÁGUA SOBRE O SISTEMA RADICULAR.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.4.1. PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DE RAIZ	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.4.2. PRODUÇÃO DE FITOMASSA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.4.3. PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DA PARTE AÉREA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CAPÍTULO 2.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
PERÍODOS DE DRENAGEM DO SOLO NO PERFILHAMENTO DO ARROZ IRRIGADO CULTIVADO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO E SUAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1. RESUMO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CHAPTER 2	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
IRRIGATION MANAGEMENT SYSTEMS AT TILLERING, SOIL PARAMETERS AND AGRONOMIC TRAITS OF PADDY RICE GROWN WITH PRE-GERMINATED SEEDS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1. SUMMARY	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2. INTRODUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.2. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.3. CONSUMO HÍDRICO NAS LAVOURAS DE ARROZ	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.4. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.5. MANEJO DA ÁGUA NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.6. PREJUÍZOS POTENCIAIS DA DRENAGEM NO PERFILHAMENTO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2.7. MANEJO DA ÁGUA E CICLO DA CULTURA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.4.1. NITROGÊNIO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.4.2. PARÂMETROS DE SOLO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

2.4.3. BRUSONE	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.4.4. ACAMAMENTO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.4.5. RENDIMENTO E COMPONENTES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.4.6. PARÂMETROS DE ENGENHO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.5. CONCLUSÕES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

INTRODUÇÃO GERAL

O arroz (*Oryza sativa L.*) é cultivado em todos os continentes, apresentando o terceiro maior volume de produção mundial entre os cereais e o segundo lugar no uso para consumo humano. É uma das espécies mais trabalhadas pelo melhoramento genético no mundo, sendo a primeira de importância agrícola a ter o genoma seqüenciado (LOPES, 2005).

No Brasil, o arroz é uma das principais culturas anuais produzidas, correspondendo a 15-20% do total de grãos colhidos no país. Além de ser cultivado em quase todos os estados, é consumido por todas as classes sociais (EMBRAPA, 2004). No estado de Santa Catarina, o arroz é cultivado por 6.000 famílias, numa área de cultivo de 150 mil ha (EPAGRI, 2003). Na safra 2004, a produção catarinense superou 1 milhão de toneladas (Icepa, 2004).

Historicamente, o Brasil sempre se comportou como um importador de arroz, pois a produção nacional não era suficiente para atender a sua demanda. Na safra de 2003/04, o país alcançou a produção de 13 milhões de toneladas, o que equivale ao seu consumo interno do país. Desde então, o Brasil tornou-se auto-suficiente na produção de arroz. Apesar da redução da área plantada, a produção aumentou. Isso se deveu ao aumento de produtividade, garantida pela utilização de cultivares desenvolvidas de acordo com as características das regiões produtoras e pelas técnicas de manejo aperfeiçoadas pela pesquisa. Apesar da auto-suficiência alcançada, o país continua importando arroz, contribuindo para a geração de superoferta do produto, o que reduz os preços no mercado doméstico (OLIVEIRA, et al. 2005). Outro fator que contribui para o atual cenário da economia orizícola no país é a redução do consumo per capita de arroz no Brasil. Segundo a FAO (2005) o consumo de arroz que era de $42,6 \text{ kg}^{-1}\text{ha}^{-1}\text{b}^{-1}$ ano em 1987 caiu para $35 \text{ kg}^{-1}\text{hab}^{-1}$ ano em 2002. Assim, para que o produtor possa manter uma pequena margem de lucro na atual conjuntura, há necessidade de aumentar a produtividade, reduzindo os custos de produção por unidade de área. Este incremento na produtividade pode ser alcançado com melhores técnicas de manejo.

No Brasil, o arroz é produzido sob diferentes sistemas de cultivo: sequeiro, irrigado convencional e irrigado pré-germinado. No sistema de cultivo de sequeiro, também chamado de terras altas, não se utiliza irrigação. O suprimento de água da planta de arroz é dependente da precipitação pluvial. Este sistema apresenta baixos índices de produtividade. No sistema irrigado convencional, o preparo do solo é feito sem inundação. A irrigação é iniciada a partir dos 15-20 dias após a semeadura e cessa durante o período de enchimento de grãos, quando os grãos estão pastosos. No sistema pré-germinado, o preparo do solo e a semeadura ocorrem com solo inundado e utiliza-se sementes em fase adiantada de germinação, decorrente do contato com água, oxigênio e temperatura ideal.

O cultivo predominante em SC é o sistema pré-germinado, que surgiu no estado no início do século XX, com a chegada dos imigrantes italianos no Vale do Itajaí. Estes passaram a cultivar o arroz em solos argilosos e mal drenados, o que dificultava o preparo convencional (EMBRAPA, 2004). Este sistema garante altos índices de produtividade, em torno de 7.000 kg ha⁻¹. Este valor pode ser superado nas lavouras de produção de sementes de arroz, onde há rigoroso controle de plantas daninhas não aquáticas, doenças e pragas. O sistema pré-germinado propicia algumas vantagens, como aumento na disponibilidade de nutrientes e reduções da ocorrência de plantas daninhas, brusone e algumas pragas. Para que estas vantagens sejam otimizadas é importante que a irrigação seja contínua, iniciando-se a colocação da água durante o preparo do solo e retirando-a no final do período de enchimento de grãos. Contudo, as drenagens durante o ciclo da cultura são práticas comumente adotadas em SC. O manejo da irrigação é fundamental para promover altos índices de produtividade. A drenagem durante a fase de desenvolvimento da cultura pode estimular a ocorrência de brusone, plantas daninhas e de pragas, além de promover perdas de nitrogênio por desnitrificação e gasto energético desnecessário para adaptação das raízes a diferentes meios (aeróbico e anaeróbico), reduzindo o rendimento potencial da lavoura.

Para uma recomendação adequada do manejo da irrigação há necessidade de promover ensaios que permitam observar as características da planta, envolvendo parte aérea e sistema radicular, e características físicas do solo sobre condições de manejo de irrigação permanente e com períodos de drenagem. Através destes ensaios poder-se-á quantificar os efeitos de interrupções da irrigação sobre a performance agrônômica do arroz cultivado no sistema pré-

germinado. Este tipo de informação é fundamental para assegurar alta produtividade com baixo custo, fatores fundamentais para melhorar a renda dos produtores de arroz. Estes dois fatores (produtividade e redução de custos por área) permitirão maior margem de lucro, o que é muito importante principalmente no atual cenário econômico do setor orizícola nacional.

O presente trabalho descreverá o efeito da drenagem da água por diferentes períodos durante o perfilhamento sobre parâmetros morfológicos radiculares, de parte aérea, parâmetros físico-químicos de solo, ocorrência de brusone e performance agronômica de duas cultivares de arroz irrigado de ciclo contrastantes.

Capítulo 1

Drenagem do solo no perfilhamento e parâmetros radiculares e de parte área do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado

1.1 Resumo

O manejo da água é de grande importância na cultura do arroz cultivado no sistema pré-germinado. A água contribui para o preparo do solo, controle de plantas daninhas, pragas e doenças e aumenta a disponibilidade de nutrientes. Neste sistema de cultivo, recomenda-se que a lâmina de água seja mantida permanentemente do preparo do solo até próximo da colheita. A retirada da água no perfilhamento, prática comumente adotada pelos produtores de arroz em Santa Catarina, pode interferir em características radiculares que têm reflexo sobre a produtividade da cultura, devido à mudança do ambiente anaeróbico para o aeróbico. Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar as alterações nas características morfológicas de raízes e parte aérea promovidas pela drenagem no perfilhamento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agroveterinárias da UDESC, em Lages-SC. O ensaio foi implantado em 24/09/04. As unidades experimentais foram baldes com 7 kg de solo peneirado, com nove plantas por balde. As sementes pré-germinadas foram lançadas ao solo alagado. A inundação do solo ocorreu 30 dias antes da semeadura para propiciar as reações de redução dos compostos, elevando o pH próximo à neutralidade. A adubação foi equivalente a 20 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 40 kg K_2O ha^{-1} e 100 kg de N ha^{-1} . Foram testados quatro manejos da água durante o perfilhamento: irrigação contínua, retirada da água no estágio V6 e retorno 7 dias após, 14 dias após e 21 dias após a drenagem. Para cada sistema de manejo de água foram avaliadas duas cultivares, uma de ciclo precoce, EPAGRI-106, e outra de ciclo tardio, EPAGRI-109. O delineamento experimental foi completamente casualizado com três repetições. As avaliações foram feitas 22 dias após a drenagem, quando todas as unidades experimentais estavam inundadas novamente. Determinou-se a estatura de plantas, o número de perfilhos por planta, o número de folhas totais, verdes e senescentes e o estágio de desenvolvimento das plantas. Coletaram-se as plantas de cada vaso e separou-se a parte aérea das raízes. Determinou-se o comprimento, a área, o volume e o raio das raízes bem como a quantidade de massa seca alocada à parte aérea e ao sistema radicular. Os dados obtidos nos dois ensaios foram submetidos à análise de variância. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. As matérias secas de parte aérea, de raiz e total não foram afetadas pelo sistema de manejo da irrigação, sendo maiores na cultivar de ciclo precoce Epagri 106. A drenagem do solo por 21 dias acelerou a senescência foliar e diminuiu o número de folhas verdes na colheita, em relação ao tratamento com irrigação contínua. A cultivar Epagri 109 apresentou maior número de folhas totais e de perfilhos do que a cultivar Epagri 106, na média dos quatro sistemas de manejo da água. A estatura de planta foi menor no tratamento com

maior período de drenagem e na cultivar Epagri 109. O estágio de fenológico das plantas não diferiu entre sistemas de manejo e entre cultivares. O comprimento, a área e o volume radicular foram reduzidos quadraticamente com o aumento do período de drenagem. Os resultados do trabalho demonstram que períodos prolongados de drenagem aceleram a senescência foliar e impõem restrições ao desenvolvimento do sistema radicular da cultura do arroz irrigado, independente de ciclo da cultivar. Não houve interação significativa entre cultivar e sistema de manejo da irrigação para nenhuma das variáveis analisadas.

Chapter 1

Soil drainage at tillering and root and shoot parameters of paddy rice grown with pre-germinated seeds

1.1 Summary

The water management has great importance to paddy rice, mainly in the production systems that use pre-germinated seeds. The irrigation water contributes to soil tillage, helps to control weeds, insects and diseases, and increases nutrient availability. In the pre-germinated rice production system, it is recommended that a water layer of 5 to 10 cm stands in the field from soil preparation to the end of grain filling. The water drainage at tillering is a management practice commonly used in Santa Catarina. Water removal at tillering may interfere on root growth due to the change from an anaerobic to an aerobic environment. This experiment was carried out aiming to evaluate the changes in root and shoot morphological traits promoted by different periods of water drainage at rice tillering. A green house experiment was installed on September 9, 2004, in Lages, SC. The experimental units were 10 kg soil pots, containing 9 plants pot⁻¹. The soil was flooded 30 days before sowing the pre-germinated seeds, in order to elevate the pH close to neutrality. The soil was fertilized with 20 kg of P₂O₅, 40 kg of K₂O and 100 kg of N ha⁻¹. Four water management systems were tested: continuous irrigation, water removal at tillering and return 7, 14 and 21 days after soil drainage. Two cultivars were evaluated for each irrigation system: Epagri 106 (early cycle) and Epagri 109 (late cycle). A completely randomized design with three replications was used. The plant height, total number of leaves per plant, number of green and senesced leaves and plant growth stage were evaluated at harvesting, 22 days after soil drainage, when all the experimental units were flooded again. After harvesting, shoot and roots were separated. The root length, volume, radius and area, as well as root and shoot dry mass were assessed. The root and shoot dry mass were not affected by the irrigation management system and were higher for the early cultivar Epagri 106. Soil drainage for 21 days speeded up leaf senescence, decreasing the number of green leaves at harvesting, in relation to the treatment with continuous irrigation. The late cultivar Epagri 109 presented higher number of tillers and leaves than the early cultivar Epagri 106. The plant growth stage at harvesting did not differ among water management irrigation systems. The root length, area and volume were reduced with the increase in drainage period. The results of this experiment indicate that long drainage periods at rice tillering may hasten leaf senescence and restrict root growth of paddy rice, regardless of cultivar growth cycle.

1.2. Introdução

1.2.1. Sistema Radicular do Arroz

1.2.1.1. Morfologia do Sistema Radicular

A planta de arroz apresenta dois tipos de sistemas radiculares: raízes seminais, que têm duração temporária e absorvem água e nutrientes nas duas primeiras semanas do ciclo da cultura e raízes adventícias, que são responsáveis pela nutrição da planta durante a maior parte de seu ciclo e provém dos nós inferiores dos colmos jovens (ZANINI NETO, 2002).

O arroz irrigado apresenta sistema radicular superficial, comparativamente a outras culturas como trigo, milho ou sorgo, raramente atingindo 40 cm em condições irrigadas. Esta característica é proveniente da disponibilidade hídrica não limitante do sistema pré-germinado no momento da semeadura. Não há aprofundamento do sistema radicular em busca de água. Já nos sistemas de cultivo convencional e plantio direto, onde a semeadura é feita em solo seco, o sistema radicular é mais profundo pela necessidade de buscar água no perfil do solo (MACEDO et al., 1999).

É importante salientar que o desenvolvimento do sistema radicular, mesmo sendo uma característica varietal, se comporta de forma diferente em cada sistema de cultivo (ZANINI NETO, 2002).

1.2.1.2. Rizosfera

As raízes das plantas necessitam de oxigênio para respiração e absorção de nutrientes. A capacidade das raízes de arroz funcionarem eficientemente em ambiente alagado (meio anaeróbico) se deve a capacidade destas de oxidarem a rizosfera com O_2 atmosférico transportado das folhas até as raízes via aerênquima (PONNAMPERUMA, 1972). O aerênquima provém das células do parênquima e se estende das folhas até às raízes, constituindo espaço físico para movimento de gases. Várias gramíneas apresentam aerênquimas. Contudo, seu desenvolvimento é maior em condições de solo alagado (VAHL & SOUZA, 2004).

A capacidade de oxidação de raízes é muito variável entre cultivares de arroz e é influenciada pelo estado nutricional da planta, principalmente para os nutrientes potássio e nitrogênio. Zanini Neto (2002) afirma que a carência de K causa exsudação de compostos orgânicos pelas raízes, estimulando o aumento da população microbiana e, conseqüentemente, aumentando o consumo de O_2 na rizosfera. A rizosfera torna-se menos oxidada conforme a planta avança no seu ciclo, pela maior exsudação de material orgânico e pela morte de raízes, o que aumenta o consumo de oxigênio por microorganismos.

1.2.2. Crescimento do sistema radicular do arroz irrigado

O crescimento do sistema radicular do arroz varia com o manejo da irrigação. No sistema pré-germinado, onde a irrigação é contínua, as raízes se concentram na camada superficial (LOPES et al., 1994), sendo que a distribuição é homogênea até à camada de 15-20cm de profundidade, o que difere dos sistemas de cultivo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, onde se verifica aumento de densidade radicular próximo à superfície após a inundação

(MACEDO et al., 1999). Segundo Fujii (1974), estas raízes apresentam menor diâmetro e se desenvolvem na superfície para buscar oxigênio contido nesta camada.

Em relação ao comprimento radicular, Das e Jat (1977), citados por Lopes et al. (1994), realizaram um estudo com quatro cultivares de arroz, sendo uma de arroz irrigado, uma de sequeiro e duas de várzeas úmidas, cultivadas em três sistemas de manejo da irrigação (inundação contínua, inundação alternada e sem irrigação). Eles verificaram comportamento semelhante na distribuição de raízes para as diferentes cultivares, em relação a cada sistema de manejo. Sendo assim, o crescimento e o desenvolvimento radiculares estão intimamente relacionados com o sistema de cultivo do arroz, apesar das diferentes bases genéticas de cada cultivar.

1.2.3. Efeito do manejo da água sobre o sistema radicular

O manejo da irrigação é muito importante e merece estudo para identificar os benefícios e os prejuízos das práticas adotadas pelos produtores de arroz.

A drenagem durante o perfilhamento é uma prática cultural comumente utilizada no Alto Vale do Itajaí, no Estado de Santa Catarina. Os produtores a realizam porque atribuem efeitos benéficos sobre algumas características relacionadas à planta e características físicas do solo.

Em relação às características das plantas, um fator importante a ser considerado é a ocorrência de acamamento. Os produtores afirmam que a drenagem no perfilhamento proporciona maior enraizamento, o que evita o acamamento. Porém, Carmona et al. (2001) verificaram que a produção de matéria seca da parte aérea reduziu-se de forma quadrática e o volume de raízes diminuiu linearmente à medida que aumentou a duração do período de retirada da água a partir do décimo dia após a semeadura. Desta forma, é possível que a redução do

acamamento seja devido à redução do crescimento da parte aérea e não ao maior enraizamento da cultura.

Períodos de drenagem da água de irrigação também podem afetar a quantidade de O₂ disponível para as raízes. Zanini Neto (2002) afirma que há maior porosidade nas raízes do arroz cultivado em solo alagado do que em condições com boa drenagem.

A utilização de períodos de drenagem pode causar problemas de déficit hídrico à cultura do arroz. Embora o arroz necessite de água durante todo o seu ciclo, a falta de água no estabelecimento, perfilhamento e entre o início da diferenciação do primórdio floral e o enchimento de grãos implica em perdas de produtividade e redução na qualidade dos grãos (RAMÍREZ, 2005). Como esta prática ocorre no perfilhamento pode reduzir o número de colmos, e o número potencial de panículas por unidade de área, se o período de drenagem for prolongado e não ocorrer precipitação pluvial durante esta etapa.

Outro fator importante que deve ser considerado, é o aumento da densidade radicular que ocorre nos sistemas convencional, cultivo mínimo e plantio direto após a inundação (MACEDO et al., 1999). Isso também pode ocorrer nas plantas de arroz cultivadas no sistema pré-germinado com drenagem da água no perfilhamento, o que pode promover gasto de energia para a planta, reduzindo a produtividade da lavoura.

Em relação às características físicas do solo, os produtores alegam que a drenagem no perfilhamento garante maior sustentação física do solo às colheitadoras. Eberhardt et al. (2001) avaliaram a resistência do solo à penetração no momento da colheita, nos tratamentos com inundação contínua e drenagem por 23 e 34 dias durante o perfilhamento e constataram que não ocorreram diferenças na sustentação física do solo.

Há poucas informações sobre os efeitos da retirada de água no perfilhamento nos parâmetros radiculares e de parte aérea da planta do arroz irrigado. Com base nisto, conduziu-se um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes períodos de drenagem durante o perfilhamento, sobre as características morfológicas do sistema radicular e de parte aérea de duas cultivares de ciclo contrastantes de arroz cultivado no sistema pré-germinado.

1.3. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agroveterinárias CAV-UDESC, no município de Lages-SC.

As unidades experimentais foram constituídas por baldes plásticas com 7 kg de solo peneirado, sendo o solo classificado como CAMBISSOLO Háplico distrófico (EMBRAPA, 1999).

Testaram-se quatro períodos de drenagem do arroz irrigado na fase do perfilhamento: T1= sem drenagem da água, T2= drenagem aos 45 dias após a semeadura e retorno da irrigação sete dias após a drenagem, T3= drenagem aos 45 dias após a semeadura e retorno da irrigação 14 dias após a drenagem, T4= drenagem aos 45 dias após a semeadura e retorno da irrigação 21 dias após a drenagem. Para cada período de drenagem utilizou-se duas cultivares de ciclo contrastantes, Epagri 106, de ciclo precoce (inferior a 120 dias), e Epagri 109, de ciclo tardio (superior a 140 dias). Cada tratamento apresentou três repetições e em cada unidade experimental nove plantas de arroz. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

A semeadura foi efetuada no dia 24/09/2004, sendo o solo inundado um mês antes da semeadura, simulando a condição de campo, onde os quadros são inundados para preparo do

solo. A semeadura foi realizada com sementes pré-germinadas. A pré-germinação ocorreu em duas etapas, hidratação e incubação. Na hidratação, a semente ficou submersa em água por 48h, para receber umidade adequada. Para incubação, retirou-se as sementes da água para receberem oxigênio e temperatura adequada para germinação, mantendo-os em local arejado, a sombra, por 24h até à semeadura.

Realizou-se a análise de solo 60 dias antes da implantação do experimento, obtendo-se os seguintes valores: pH SMP= 4,74; P= 32,5 mg dm⁻³; K= 126,5 mg dm⁻³; Ca= 8,3 cmol_c dm⁻³; Mg=0,8 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica 20 g kg⁻¹. A adubação utilizada seguiu a necessidade definida pela análise de solo. Aplicaram-se quantidades equivalentes a 20 kg de P₂O₅ ha⁻¹, 40 kg K₂O ha⁻¹ e 100 kg N ha⁻¹, as quais foram corrigidas para 7 kg de solo em cada unidade experimental. O fósforo e o potássio foram incorporados ao solo dois dias antes da semeadura. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura quando as plantas estavam no estágio V4, da escala proposta por Counce et al. (2000), aplicando-se o equivalente a 50 kg de N ha⁻¹, via líquida. A semeadura foi feita manualmente, com auxílio de uma pinça, utilizando-se 10 sementes pré-germinadas por unidade experimental.

Ao final do período mais longo de drenagem (66 dias após a semeadura) procederam-se as seguintes avaliações:

- estatura de planta: foi estimada em cinco plantas, escolhidas aleatoriamente, medindo a distância da base do colmo até a ponta da última folha totalmente expandida;
- número de perfilhos por planta: contado nas mesmas plantas usadas para aferição da estatura;

- estágio de desenvolvimento da planta, conforme escala desenvolvida por Counce et al. (2000);
- número de folhas totais, considerando as folhas totalmente expandidas de cinco plantas de arroz;
- número de folhas senescidas, considerando as folhas com mais de 50% de área senescida;
- número de folhas verdes, obtido pela diferença entre o número de folhas senescidas e o número de folhas totais.

Depois de concluídas as avaliações morfológicas, as plantas foram colhidas, separando as raízes e a parte aérea. O peso das raízes úmidas foi obtido depois de deixá-las durante dois minutos entre camadas de papel toalha. Após, retirou-se uma subamostra de 0,2g de raiz para posterior determinação do comprimento. As partes das plantas foram secas em estufa à 60°C até atingirem massa constante. Após, efetuou-se a pesagem para determinação da massa seca de raiz e de parte aérea e relação da massa seca de raiz/parte aérea.

Os parâmetros morfológicos da raiz foram determinados conforme metodologia apresentada por Schenk & Barber (1979a). O comprimento (L) foi determinado pelo método de intersecção descrito por Tennant (1975). O raio médio (R) foi calculado pela fórmula $R=(P_f/L \pi)^{1/2}$, onde P_f é o peso fresco da raiz. Essa fórmula pressupõe a forma cilíndrica de raízes com densidade de $1,0\text{g cm}^{-3}$. A área foi calculada segundo Rossiello et al. (1995) pela fórmula $A=(2\pi RL)$ e o volume através da expressão $V=(\pi R^2)L$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

1.4. Resultados e Discussão

1.4.1. Parâmetros morfológicos de raiz

O comprimento, a área, o volume e o raio radicular do arroz irrigado foram afetados pelos sistemas de manejo da água. Houve diferenças significativas entre cultivares apenas para os valores de volume e raio de raiz.

O comprimento radicular e a área de raízes reduziram-se quadraticamente com aumento no período de drenagem do solo (Figuras 1 e 2). Isso provavelmente ocorreu pela necessidade de mudança de raízes nos tratamentos com retirada da água para se adaptarem ao ambiente aeróbico, promovido pela oxigenação do solo. Resultados semelhantes também foram encontrados por Das & Jat (1977), com o comprimento radicular sendo maior no tratamento sem interrupção da irrigação do que nos tratamentos com inundação alternada e sequeiro. O comportamento destes dois parâmetros radiculares indica que a drenagem da água no perfilhamento pode contribuir para aumentar o acamamento, em função da redução do comprimento e da área radicular, que proporcionam menor sustentação das plantas de arroz. Outro problema da redução no comprimento radicular em função da drenagem no perfilhamento é a menor exploração do solo pelas raízes. Horn (2002), citando Vilela & Anghioni (1984), afirma que raízes mais longas e mais finas são mais eficientes na absorção de nutrientes no solo, pois desenvolvem maior

superfície de absorção por unidade de volume de raiz e exploram maior volume de solo, devido à característica de fluxo radial dos nutrientes ao redor da raiz.

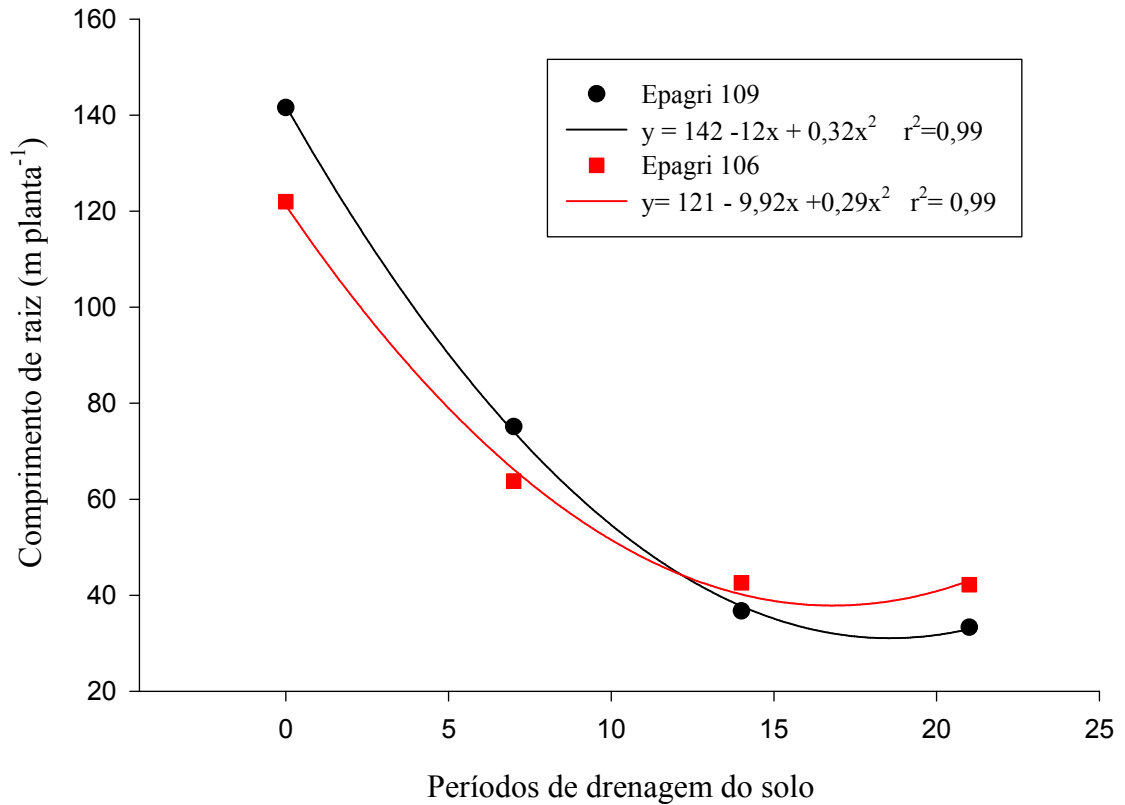


Figura 1. Comprimento de raiz de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004.

A redução do crescimento da área radicular pode diminuir a absorção de nutrientes reduzindo, consequentemente, a produtividade do arroz. Outro fator que pode contribuir para a redução da produtividade de grãos é a dificuldade de alguns nutrientes de se aproximarem das raízes pela

drenagem da água, que é um facilitador desse processo, principalmente para os nutrientes absorvidos por difusão, como o P (fósforo) e o K (potássio) (SILVA et al., 2000).

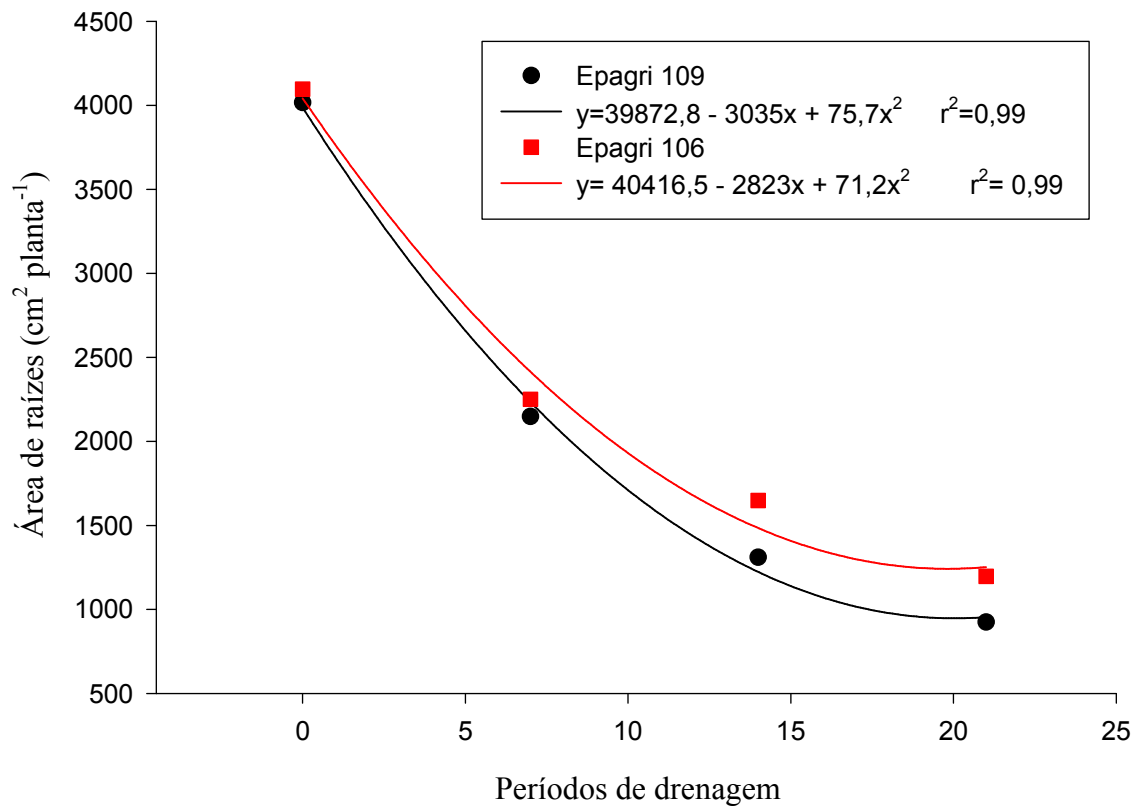


Figura 2. Área de raiz de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004.

O volume radicular também teve redução quadrática conforme aumentou o período de drenagem do solo (Figura 3). A cultivar Epagri 106 apresentou maior volume radicular do que a

Epagri 109. Isso provavelmente ocorreu pela característica de precocidade da Epagri 106 que promove rápido estabelecimento do sistema radicular. Lopes et al. (1994) verificaram que o crescimento inicial de raízes de arroz é lento, aumentando na fase de perfilhamento e tornando a ser lento no período de desenvolvimento da panícula. Para cultivares mais precoces, o período de maior desenvolvimento de raízes é menor e mais rápido pelo período curto de perfilhamento.

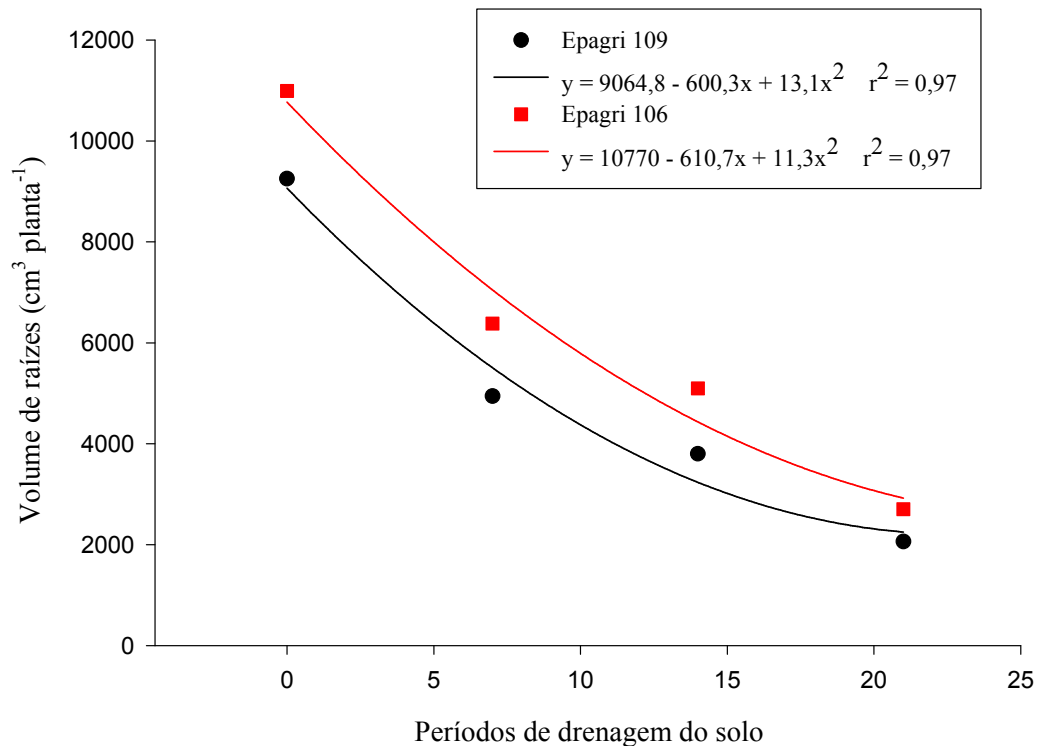


Figura 3. Volume de raízes de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004.

O raio médio de raízes (Figura 4) foi afetado pelos tratamentos de drenagem de forma quadrática. Observou-se menores valores de raio no tratamento sem retirada de lâmina de água e

no tratamento de maior período de drenagem (21 dias de drenagem). O menor raio médio observado no tratamento de irrigação contínua pode estar relacionado ao perfil de crescimento do sistema radicular e, segundo Lopes et al. (1994), nas camadas de solo onde o comprimento foi maior o raio foi menor, devido a maior ordem de ramificação. No tratamento com maior período de drenagem, em que o raio e o comprimento foram menores, possivelmente houve paralisação do desenvolvimento radicular em função de um provável déficit hídrico sofrido pela planta de arroz.

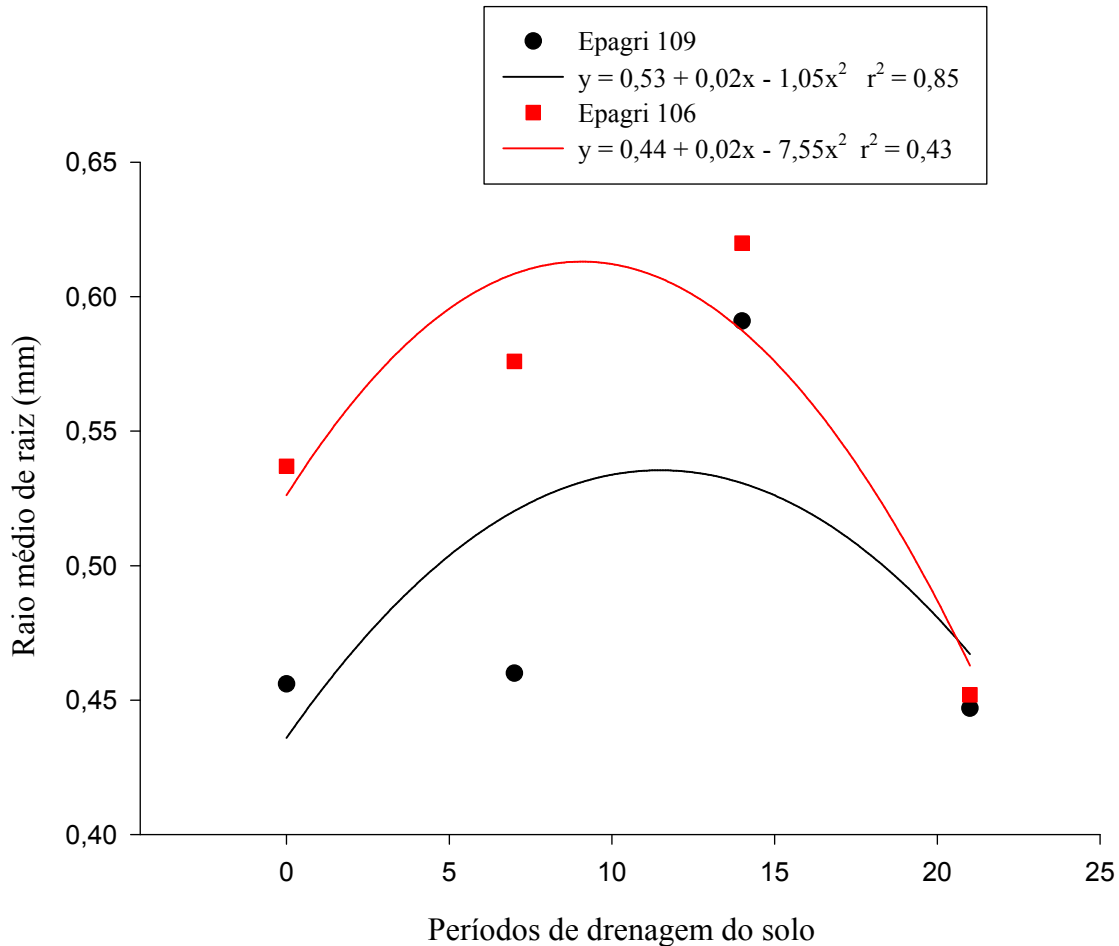


Figura 4. Raio médio de raízes de duas cultivares de arroz, cultivadas no sistema de cultivo pré-germinado, em casa de vegetação, em função de períodos de drenagem no perfilhamento. Lages, SC, 2004.

1.4.2. Produção de fitomassa

A massa seca de raízes diferiu entre sistemas de manejo da irrigação e cultivares utilizadas (Tabela 1). Quanto maior o período de drenagem, menor a quantidade de massa que foi alocada às raízes. Esse comportamento pode ser explicado pela redução no comprimento, na área e no volume de raízes promovido pela retirada da água. Segundo Murata & Matsushima (1975), as raízes aumentam seu crescimento com o perfilhamento. Desta forma, qualquer ação que paralise o crescimento radicular nesta fase, reduzirá a massa seca de raízes durante todo o ciclo da cultura. A cultivar Epagri 106 apresentou maior massa seca de raízes que a Epagri 109, provavelmente pela sua maior precocidade. Assim, ela apresenta menor período de perfilhamento e no momento das coletas, as plantas, provavelmente estavam no pico de crescimento radicular. O ciclo curto da cultivar Epagri 106 também contribuiu para que apresentasse maiores produções de massa seca de parte aérea e total do que a Epagri 109 (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Massa seca de raiz e parte aérea de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Massa seca de parte aérea			Massa seca de raiz		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
Tratamento	(g planta ⁻¹)			(g planta ⁻¹)		
T1***	2,0	1,8	1,9 ns*	1,5	1,0	1,2 a
T2	2,1	1,8	1,9	0,8	0,7	0,7 b
T3	2,0	1,7	1,8	0,5	0,5	0,5 c
T4	2,0	1,7	1,8	0,3	0,3	0,3 d
Média	2,0 A***	1,7 B		0,8A	0,6 B	

*ns= Diferenças entre médias não significativas.

**Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0,05).

***T1= sem drenagem no perfilhamento.

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 21 dias após drenagem

Tabela 2. Massa seca total e relação raiz/parte aérea de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Massa seca total			Relação raiz/ parte aérea		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
	(g planta ⁻¹)					
T1**	3,5	2,8	3,1a*	0,727	0,563	0,645a
T2	2,9	2,5	2,7b	0,385	0,369	0,377b
T3	2,5	2,1	2,3c	0,262	0,270	0,266c
T4	2,3	2,0	2,2c	0,156	0,152	0,154d
Média	2,8A	2,3B		0,382A	0,338B	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0,05).

**T1= sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 21 dias após drenagem

O sistema de manejo da irrigação não afetou significativamente a produção de fitomassa de parte aérea (Tabela 1). Por outro lado, quanto maior o período de drenagem menor foi a relação raiz/parte aérea (Tabela 2). O comportamento da relação raiz/parte aérea contraria a afirmação feita por alguns agricultores do Alto Vale do Itajaí de que um dos benefícios da retirada da água no perfilhamento seria a maior produção de raízes pela planta, a qual se refletiria em maior sustentabilidade da lavoura na colheita e menor suscetibilidade ao acamamento.

1.4.3. Parâmetros morfológicos da parte aérea

O número de folhas verdes na colheita foi menor quando os baldes permaneceram por 21 dias sem água do que nos outros tratamentos (Tabela 3). Isto demonstra que a drenagem só afetou este parâmetro quando o período foi prolongado. Não houve diferenças entre cultivares quanto ao número de folhas verdes. Já para folhas senescidas, encontrou-se diferenças significativas entre os tratamentos de drenagem e entre cultivares. O número de folhas senescidas foi maior na cultivar Epagri 109 do que na Epagri 106. Isto pode estar relacionado com o maior número de folhas totais e a maior produção de afilhos da cultivar de ciclo tardio (Tabela 4), características que apressam a senescência das folhas mais velhas na planta. O maior número de folhas senescidas ocorreu no tratamento que apresentou maior período de drenagem. Isso pode ter sido ocasionado por problemas de déficit hídrico e pela menor absorção de nitrogênio (N) pela planta, devido à falta de água que é importante para chegada do N até a superfície radicular por fluxo de massa. A absorção de N depende da interação entre parâmetros cinéticos, estágio de desenvolvimento radicular, concentração, forma iônica de N e relação raiz-solução (FERNANDES & ROSSIELLO, 1995).

Tabela 3. Número de folhas verdes e senescidas por planta de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004.

Sistemas de manejo da irrigação	Folhas verdes			Folhas senescidas		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
T1***	18,5	21,7	20,1a**	8,5	9,8	9,1 b
T2	21,6	18,7	20,2a	7,7	10	8,9 b
T3	19,3	19,5	19,4a	8,4	10,1	9,2 b
T4	16,7	17,2	17,0b	10,7	12,5	11,6 a
Média	19 ns*	19,2		8,8 B	10,6 A	

*ns= Diferenças entre médias não significativas.

**Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ($P < 0,05$).

***T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 21 dias após drenagem

Não houve efeito significativo do sistema de manejo da água sobre o número de folhas totais e o número de perfilhos produzidos pelas cultivares (Tabela 4). A cultivar Epagri 109 produziu mais perfilhos do que a Epagri 106, na média dos quatro sistemas de manejo da água (Tabela 4), o que se deve a característica de ciclo tardio com maior período de perfilhamento. Como a fase do perfilhamento é mais longa para as cultivares de ciclo tardio, o período de crescimento do sistema radicular também é maior.

Tabela 4. Número de folhas totais e números de perfilhos por planta de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Folhas totais		Perfilhos	
	Epagri 106	Epagri 109	Epagri 106	Epagri 109
T1***	26,9	31,5ns*	6,9	7,3ns
T2	29,3	28,7	7,1	6,7
T3	27,7	29,5	6,1	7,5
T4	27,4	29,7	5,8	7,5
Média	27,9B	29,9A**	6,5B	7,3A

*ns= Diferenças entre médias não significativas.

**Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ($P < 0,05$).

***T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 21 dias após drenagem

A supressão da irrigação por sete e 21 dias reduziu a estatura de planta, em relação ao tratamento em que a lâmina de água foi mantida permanentemente, na média das duas cultivares (Tabela 5). As plantas da cultivar precoce apresentaram maior estatura do que as da cultivar tardia no momento da colheita. Não houve efeito significativo do sistema de manejo da água e da cultivar sobre a ontogenia da cultura na colheita.

Tabela 5. Estatura de planta e estágio de desenvolvimento de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação em casa de vegetação. Lages, SC, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Estatura de planta			Estádio de desenvolvimento		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
	(cm)					
T1***	43,8	38,0	40,8a**	8,8 ns	9,8	9,3ns*
T2	39,4	36,4	37,9b	9,4	9,2	9,3
T3	41,2	36,2	38,7ab	9,1	8,7	8,9
T4	38,3	36,2	37,3b	8,9	9,2	9,1
Média	40,7A	36,7B		9,1ns	9,2	

*ns= Diferenças entre médias não significativas.

**Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ($P < 0,05$).

***T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 21 dias após drenagem

1.5. Conclusões

No presente trabalho realizado em casa de vegetação, a retirada da água no perfilhamento promoveu prejuízo ao desenvolvimento do sistema radicular das duas cultivares, reduzindo o comprimento, o volume e a quantidade de fitomassa alocada às raízes, o que promove menor absorção de nutrientes pela planta de arroz e conseqüentemente reduz a produtividade de grãos. Esta redução no desenvolvimento radicular também provoca acamamento de plantas.

Períodos de drenagem prolongados de 21 dias apressam a senescência foliar, reduzindo o número de folhas verdes e a estatura da planta de arroz. Com a senescência foliar ocorre a redução da área fotossinteticamente ativa das plantas, o que promove menor produção de fotoassimilados, o que pode comprometer a produtividade de grãos.

A cultivar de ciclo precoce produziu mais fitomassa na parte aérea e na raiz e menor número de folhas totais e de afilhos do que a cultivar de ciclo tardio, em função do seu ciclo mais rápido, na média dos sistemas de manejo da irrigação.

As diferenças de ciclo entre as cultivares não interferiram na resposta dos parâmetros avaliados dos sistemas de manejo da irrigação. Desta forma, o prejuízo ocasionado pela drenagem no perfilhamento, é semelhante para cultivares de ciclos distintos.

Capítulo 2

Períodos de drenagem do solo no perfilhamento do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado e suas características agronômicas

2.1. Resumo

O manejo da água é de grande importância na cultura do arroz. A água contribui para o preparo do solo, controle de plantas daninhas, pragas e doenças e aumenta a disponibilidade de nutrientes. A retirada de água no perfilhamento é uma prática comum entre os produtores do Estado de Santa Catarina. Estes afirmam que a supressão da irrigação no perfilhamento melhora a sustentação das plantas, evitando acamamento, resultando em maior produtividade, além de facilitar a drenagem próxima da colheita. Por outro lado, esta prática pode causar alguns problemas, tais como maior incidência de brusone e de plantas daninhas, perdas de nitrogênio e redução na produtividade devida à falta de água. Este trabalho foi conduzido objetivando determinar o efeito da retirada de água no perfilhamento sobre parâmetros de solo e características agronômicas do arroz. O experimento foi conduzido a campo no município de Pouso Redondo, situado no Alto Vale do Itajaí. Foram testados quatro sistemas de manejo da água: sem retirada da água durante o perfilhamento, retirada da água no estágio V6 e retorno sete, 14 e 20 dias após a drenagem. Em cada sistema de manejo de água foram avaliadas duas cultivares, uma de ciclo precoce, EPAGRI-106, e outra de ciclo tardio, EPAGRI-109. O ensaio foi implantado no dia 16/10/2004, sendo que a inundação inicial ocorreu 30 dias antes da semeadura. A adubação foi equivalente a 20 kg de P_2O_5 ha⁻¹, 40 kg K₂O ha⁻¹ e 100 kg de N ha⁻¹. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo que na parcela principal foram testados os períodos de drenagem da área e nas subparcelas as cultivares de arroz. As coletas de solo para determinação do N mineral ocorreram aos 7, 14 e 20 dias após a drenagem. As avaliações de resistência do solo à penetração ocorreram no momento da drenagem, aos sete, 14 e 20 dias após a drenagem. As coletas de amostras indeformadas de solo para determinação da densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo ocorreram aos sete dias após a drenagem e no momento da colheita. O rendimento de grãos foi determinado numa área útil de 6 m². Após a colheita, determinou-se o rendimento de grãos, os componentes do rendimento e os parâmetros de engenho. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. A retirada da água no perfilhamento teve pequeno efeito sobre a quantidade de nitrogênio mineral (NO₃⁻ e NH₄⁺) determinadas aos sete, 14, 20 dias após a drenagem. O sistema de manejo da irrigação não interferiu significativamente sobre a resistência do solo à penetração na camada de 0-10cm da drenagem até o retorno da irrigação. A retirada de água no perfilhamento aumentou a densidade de solo no momento da colheita da cultivar Epagri 106. O rendimento de grãos e os componentes

do rendimento não foram afetados pelo sistema de manejo da irrigação no perfilhamento. Não houve diferença significativa no rendimento de grãos entre cultivares. A cultivar Epagri 109 apresentou maior comprimento de panícula, percentagem de grãos chochos, peso de 1000 grãos, percentagem de impurezas e rendimento de grãos inteiros do que a Epagri 106. O índice pluviométrico registrado durante os 20 dias de aplicação dos sistemas de manejo da irrigação possivelmente minimizou os efeitos da drenagem no perfilhamento sobre o rendimento de grãos e parâmetros de engenho das cultivares avaliadas.

Chapter 2

Irrigation management systems at tillering, soil parameters and agronomic traits of paddy rice grown with pre-germinated seeds

2.1. Summary

The water management has great importance to the pre-germinated paddy rice production system. The irrigation water contributes to soil tillage, helps to control weeds, insects and diseases, and increases nutrient availability. The water drainage at tillering is a common management practice among rice growers in Santa Catarina. Rice producers state that irrigation suppression at tillering enhances plant sustainability, preventing lodging and increasing harvesting yields. Furthermore, they argue it favors soil drainage before harvesting the crop. On the other hand, this water management strategy may create some problems, such as enhancement in the incidence of weeds and diseases, stimulation of nitrogen losses by de-nitrification and reduction of grain yield due to water deficit. This work was conducted aiming to determine the effect of water removal at tillering on soil parameters and agronomic traits of two rice cultivars. A field experiment was set in Pouso Redondo, SC. Four water management systems were tested: no water removal during tillering, water removal at V6 and water return at 7, 14 and 21 days after soil drainage. Two cultivars were evaluated for each irrigation system: Epagri 106 (early cycle) and Epagri 109 (late cycle). The experimental area was flooded 30 days before rice sowing date (10/16/2004). The soil was fertilized with 20 kg of P_2O_5 , 40 kg of K_2O and 100 kg of $N\ ha^{-1}$. A randomized block design with split-plots and four replications was used. The irrigation systems were tested in the main plots and the cultivars in the split-plots. Soil samples were collected at 7, 14 and 20 days after drainage to determine mineral N. Evaluations of soil resistance to penetration were carried out at soil drainage, 7, 14 and 20 days after water removal. Soil density, micro porosity, macro porosity and total porosity were assessed 7 days after water removal and at harvesting. Grain yield, yield components and grain quality parameters were determined after harvesting. Data were analyzed by the Variance Analysis. Means were compared by the Duncan's Test at the 5% error probability level. There was no significant interaction between cultivar and water irrigation management system for any evaluated variable. The water removal at tillering had a small effect on the amount of mineral N (NH_4^+ and NO_3^-) 7, 14 and 20 days after drainage. The water management system did not affect soil resistance penetration at the 0-10 cm layer from drainage to water return. The water removal at tillering enhanced soil density at harvesting of cultivar Epagri 106. Grain yield and yield components were not affected by the water management system at tillering. There were no significant differences between grain yield of both cultivars. Epagri 109 presented higher values of panicle length, weight of 1,000 grains, percentage of empty grains and percentage of full length grains than Epagri 106. The high amount of rainfall

during the 20 days where water management systems were tested probably mitigated the potential effects of soil drainage on grain yield and rice kernel quality of the evaluated cultivars.

2.2. Introdução

2.2.1. Considerações gerais

O arroz (*Oryza sativa L.*) é uma cultura de grande importância para o estado de Santa Catarina. Nas safras de 2004 e 2005, a produção catarinense superou 1 milhão de toneladas (Icepa, 2005). O sistema de cultivo predominante em SC é o pré-germinado. Este sistema caracteriza-se pela semeadura de sementes em fase adiantada de germinação, decorrente do contato com água, oxigênio e temperatura ideal, em solo inundado.

Na região do Alto Vale do Itajaí, o arroz é uma das principais atividades econômicas, também predominando o cultivo do arroz pré-germinado. A região apresenta altos índices de produtividade de grãos, devido a alguns fatores, tais como: grande disponibilidade de radiação solar, temperaturas ideais durante o ciclo da cultura (KNOBLAUCH et al. 2005), alta fertilidade natural dos solos e predomínio de pequenas propriedades, onde se aplica toda tecnologia disponível à cultura. Além disso, a região apresenta grande número de propriedades produtoras de sementes, o que garante lavouras sem concorrência com plantas daninhas e com controle fitossanitário adequado.

2.2.2. Importância da água

A água apresenta importância vital para fisiologia dos organismos, para produção de alimentos, para uso industrial, para a recreação, entre outros, o que torna este recurso natural objeto de preocupação, uma vez que a noção de abundância e infinidade vem gradualmente

declinando. Apesar do planeta Terra ter 70% da superfície coberta com água, apenas 1% deste volume está disponível para consumo (SILVA et al., 1999).

A água é um bem de domínio público. Portanto, deve ser preservada por todos os meios que se beneficiam com seu consumo. A agricultura, através da irrigação, é a atividade que mais consome água a nível mundial. Utiliza 70% da água consumida, porém é o meio mais eficiente para se produzir alimentos (EMBRAPA, 2004).

2.2.3. Consumo hídrico nas lavouras de arroz

O volume de água necessário para cultivo de arroz irrigado é o somatório da água para saturar o solo, formar uma lâmina de água, compensar a evapotranspiração, constituir os tecidos das plantas, repor as perdas por percolação e fugas laterais e suprir as perdas no sistema de condução da água até à lavoura. Além disso, o gasto hídrico depende do ciclo da cultivar, da época de semeadura e do teor de água no solo no início da irrigação e do índice pluviométrico durante a estação de crescimento (MARCOLIN et al., 1999).

A lavoura de arroz apresenta elevado consumo de água, entre 7.000 e 10.000 m³ ha⁻¹ safra⁻¹, dependendo do manejo (EBERHARDT, 1993). No entanto, aproximadamente 40% da água utilizada nas lavouras é proveniente da precipitação pluvial (NOLDIN, 2005).

A elevada produtividade de grãos de arroz depende da disponibilidade de água de boa qualidade. Considerando que as práticas culturais envolvem revolvimento do solo e aplicação de agroquímicos, a cultura do arroz apresenta-se como uma potencial comprometedora da qualidade da água (DESCHAMPS et al., 2003). Elevadas concentrações iniciais de elementos na água da

cultura do arroz irrigado podem ser reduzidas se o sistema for mantido fechado, sem perdas por drenagem (FURTADO & LUCA, 2001).

2.2.4. Importância da água no sistema pré-germinado

A água é extremamente importante para o sistema de cultivo pré-germinado, assim como nos demais sistemas em que se cultiva o arroz irrigado. Ela participa do preparo do solo, auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e de alguns insetos-praga, além de aumentar a disponibilidade de diversos nutrientes. No preparo do solo, a água auxilia no nivelamento, facilitando a operação e contribuindo para um bom nivelamento, que proporciona melhor controle de plantas daninhas, brusone e bicheira-da-raiz, além de interferir na quantidade de sementes a ser utilizada. A inundação, além de suprir a necessidade de água para as plantas, interfere na emergência de plantas daninhas. O solo inundado antes da semeadura evita o contato das sementes de plantas daninhas com oxigênio, impedindo a germinação. Por outro lado, contribui para surgimento de plantas daninhas aquáticas. A inundação do solo antes da semeadura proporciona algumas mudanças físicas, biológicas e químicas no solo, que contribuem para aumentar a disponibilidade de nutrientes. Com as reações de redução sofridas pelo solo alagado, ocorre elevação do pH próximo à neutralidade, o que diminuiu muito a utilização de corretivos de acidez do solo. O fósforo (P) se torna mais solúvel e sua disponibilidade aumenta em solos alagados. As condições de redução do solo promovem maior liberação de potássio (K). O aumento das concentrações de Mn^{+2} e Fe^{+2} desloca outros cátions adsorvidos (NH_4 , K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2}) para a solução do solo (EPAGRI, 2002).

2.2.5. Manejo da água no sistema pré-germinado

A recomendação para manejo da irrigação no arroz produzido no sistema pré-germinado preconiza o enchimento dos quadros antes da semeadura, para nivelamento (EPAGRI, 2002). A semeadura é realizada com uma lâmina de 5-10 cm, permanecendo por no máximo cinco dias, dependendo da temperatura. Após este período, drena-se o quadro para facilitar a fixação das plantas, deixando-se um nível mínimo de água, evitando que o solo seque para que não ocorra germinação e desenvolvimento de plantas daninhas. Com o desenvolvimento das plantas, aumenta-se o nível da água gradativamente até alcançar 10 cm na fase de perfilhamento, mantendo a lâmina durante o restante do ciclo da cultura. Nesta recomendação, a drenagem deve ser feita apenas quando a maioria dos grãos tiver alcançado o estado pastoso, cerca de 20 dias após a floração. Em solos argilosos, a supressão de irrigação nas lavouras deve ser feita 10 dias após o florescimento.

A retirada de água no perfilhamento (a partir do estágio V4) é uma prática comumente utilizada no Alto Vale do Itajaí, no estado de Santa Catarina. Os produtores afirmam que a supressão da irrigação nesta fase do ciclo, promove melhor fixação das plantas no solo, evitando o acamamento e reduzindo as perdas na colheita. Também acreditam que esta prática facilita a drenagem próxima à colheita, dando sustentabilidade física ao solo. No entanto, não há relatos sobre a influência da irrigação na densidade do solo. Pedrotti et al. (2001) afirmam que a densidade e a resistência mecânica do solo à penetração podem ser afetadas pelos diferentes sistemas de manejo do solo na cultura do arroz. Porém, esta prática não é tecnicamente recomendada pelas entidades de pesquisa, pois a drenagem no afilhamento, dependendo da duração e das condições meteorológicas, poderá reduzir a produtividade de grãos de arroz

(EBERHARDT et al., 2001). Outro problema é a mudança de ambiente para as raízes da planta de arroz, exigindo modificações no sistema radicular que provocam gasto de energia que poderia ser utilizada na produção de grãos.

2.2.6. Prejuízos potenciais da drenagem no perfilhamento

A drenagem no perfilhamento pode ser prejudicial tanto para a rentabilidade do setor orizícola, quanto ao ambiente, pois ela aumenta a perda de água, o que pode contaminar os mananciais com nutrientes minerais e pesticidas (LICHTENBERG & SHAPIRO, 1997). Segundo Daniel et al. (1993), vários pesquisadores têm constatado perdas significativas, principalmente de Nitrogênio (N) e P, proveniente de áreas cultivadas com arroz irrigado, ocasionando eutrofização das águas superficiais. Uma forma de evitar a eutrofização é deixar a água de irrigação permanentemente na lavoura até o estágio de grão pastoso. 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, é de aproximadamente $1.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (WEBER et al. 2003).

A drenagem no perfilhamento pode provocar alguns prejuízos agrônômicos à cultura do arroz, reduzindo a eficiência do sistema pré-germinado. Neste sentido, Prando (2003) relata que as posturas do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stal) são realizadas na região basal das folhas ou nos colmos. Caso as posturas fiquem submersas na lâmina de água por um período superior a três dias, poderão tornar-se inviáveis. Na ausência de água no perfilhamento, este benefício é desperdiçado, o que facilita o aumento na incidência da praga.

A drenagem dos quadros no perfilhamento do arroz pode promover perdas de N por desnitrificação. Em solo alagado (meio anaeróbico) há acúmulo de amônio (NH_4^+), pois a

ausência de oxigênio(O_2) não permite formação de nitratos (NO_3^-). Na presença de O_2 , o NO_3^- volta a se formar. Com o posterior alagamento, os microorganismos anaeróbicos utilizam o NO_3^- para obter O_2 , promovendo sua redução a N_2O e N_2 , que são voláteis, desaparecendo do solo em poucos dias de alagamento (SOUZA, 2000).

Outra prática comum entre os produtores é a realização da adubação potássica juntamente com a primeira adubação nitrogenada de cobertura, que é feita quando as plantas estão no estágio V4. A supressão da irrigação no afilhamento favorece perdas de K, devido ao curto tempo entre a adubação e a drenagem da água, não ocorrendo ligações entre este nutriente e as cargas dos colóides, ficando este na solução do solo (MARCHEZAN et al., 2001).

A interrupção da irrigação durante o ciclo do arroz irrigado predispõe a planta à incidência de brusone, principal doença da cultura. Trabalhos realizados por Miura (2003) com manejo da irrigação, variando de completa inundação à completa drenagem, constataram que as parcelas que foram submetidas a algum período de drenagem apresentaram, no mínimo, o dobro de lesões de brusone sobre folhas, em relação àquelas onde a água foi mantida permanentemente. Assim, o estresse causado pela ausência de água aumenta a suscetibilidade à brusone. A lâmina de água na lavoura alagada favorece a evaporação da água das folhas, reduzindo o período de molhamento, que é fundamental para que ocorra a infecção do fungo. Outro aspecto que favorece o aparecimento da doença, é o aumento da cerosidade das folhas de arroz em solos secos, para evitar as perdas de água por transpiração. Lee & Dean (1993), citados por Schuermann (2002), relatam que o principal estímulo ambiental para formação do apressório do fungo está ligado à hidrofobicidade da planta. À medida que aumenta a cerosidade na superfície sobre as quais os conídios estão depositados, mais efetiva é a formação do apressório.

2.2.7. Manejo da água e ciclo da cultura

A drenagem dos quadros no perfilhamento é teoricamente prejudicial para todas cultivares. Contudo, o prejuízo pode ser mais acentuado para as cultivares precoces, como a EPAGRI-106, cujo ciclo total é inferior a 120 dias. Em cultivares precoces, o período vegetativo é menor. Caso ocorram períodos de estresse hídrico durante o perfilhamento ou haja necessidade de deslocamento de fotoassimilados para renovar as raízes quando o solo é drenado e posteriormente inundado, as plantas terão o desenvolvimento mais comprometido, tornando-se menos produtivas. Assim, a supressão da irrigação pode reduzir o número de perfilhos, o que limita o número de panículas por m², resultando em queda da produtividade de grãos.

Sendo a água um insumo importante no cultivo do arroz pré-germinado, há necessidade de preservá-la, reduzindo o consumo das lavouras. Com a retirada de água no perfilhamento e o posterior alagamento dos quadros pode promover uma grande perda de água, sem trazer benefícios à cultura. A determinação dos reflexos da supressão da irrigação na fase do perfilhamento sobre a performance agrônômica do arroz irrigado é de fundamental importância para otimizar as eficiências técnica e econômica da cultura, preservando os recursos hídricos existentes. Considerando-se tal fato, conduziu-se este trabalho a campo com o objetivo de determinar os efeitos de diferentes períodos de drenagem no perfilhamento sobre parâmetros de solo e características agrônômicas de duas cultivares de arroz de ciclos contrastantes, cultivado no sistema pré-germinado.

2.3. Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo, no município de Pouso Redondo, na estação de crescimento 2004/2005. O município de Pouso Redondo está localizado na região do Alto Vale do Itajaí, no estado de Santa Catarina. O local do experimento situa-se na latitude de 27° 15' 28'' sul, com altitude de 354 m. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como mesotérmico úmido, Cfa.

O solo da área experimental é classificado como CAMBISSOLO Háptico distrófico (Embrapa, 1999), apresentando, em agosto de 2004, as seguintes características: pH água= 4,74; P= 32,5 mg dm⁻³; K= 126,5 mg dm⁻³; Ca= 8,3 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,8 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica 20 g kg⁻¹.

Testaram-se quatro períodos de drenagem do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado, na fase de perfilhamento: T1= sem drenagem da água; T2= drenagem aos 45 dias após a semeadura e retorno da irrigação sete dias após a drenagem; T3= drenagem aos 45 dias após a semeadura e retorno da irrigação 14 dias após a drenagem e T4= drenagem aos 45 dias após a semeadura e retorno da irrigação 20 dias após a drenagem. Para cada período de drenagem utilizou-se duas cultivares de ciclo contrastantes, Epagri 106, de ciclo precoce (inferior a 120 dias), e Epagri 109, de ciclo tardio (superior a 140 dias).

As unidades experimentais foram constituídas por quadros de 10 m², cercados por taipas de 20 cm, nivelados, com entradas e saídas individuais para a água de irrigação. O delineamento

experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Na parcela principal foram testados os períodos de drenagem da área e nas subparcelas as cultivares de arroz.

O preparo do solo foi feito utilizando-se enxada rotativa, por duas vezes, com solo inundado, objetivando a formação da lama. A inundação ocorreu aproximadamente 30 dias antes da semeadura para equilibrar as reações químicas do solo, ao elevar o pH próximo à neutralidade. Foram utilizadas rodas de ferro vazadas para auxiliar no destorroamento e na formação do lameiro, além da incorporação da palha.

Após o preparo, as taipas foram confeccionadas e os quadros renivelados manualmente. Durante essas duas etapas, o solo estava saturado de umidade.

Depois do preparo, os quadros foram irrigados, formando uma lâmina de água de aproximadamente 10cm. A semeadura foi feita manualmente, à lanço, com sementes pré-germinadas. A pré-germinação ocorreu em duas etapas: hidratação e incubação. Na hidratação, as sementes ficaram submersas em água por 48h, para receberem umidade adequada. Para incubação, retirou-se as sementes da água para receberem O_2 e temperatura adequada para germinação, mantendo-os em local arejado, à sombra, por 24h até à semeadura. A semeadura foi efetuada no dia 16 de outubro de 2004.

A adubação de manutenção foi feita de acordo com os resultados da análise de solo, seguindo as recomendações da Comissão SulBrasileira de Fertilidade do Solo. Aplicaram-se quantidades equivalentes a 20 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 40 kg K_2O ha^{-1} e 100 kg N ha^{-1} . Os fertilizantes fosfatado e potássico foram incorporados ao solo na formação da lama. A adubação nitrogenada foi dividida em duas aplicações, sendo a primeira aplicação feita no início do perfilhamento (V_4) e a segunda na diferenciação do primórdio floral (R_0). A fonte de N utilizada foi a uréia.

Após a semeadura aplicaram-se os herbicidas metsulfuron, na dose de 600 g i.a. kg⁻¹, quando as plantas de arroz estavam em V3 para controle de *Heteranthera reniformis* e *Sagittaria montevidensis* e pyrazosulfuron, na dose de 250g i.a. L⁻¹, 1 dia após a semeadura para controle de *Cyperus sp*, *Fimbristylis miliacea*, *Heteranthera reniformis*, *Sagittaria montevidensis* e *Echinochloa crusgalli*.

Para controle preventivo de *Oryzophagus oryzae* (bicheira-da-raiz), utilizou-se o inseticida carbofuran na dose de 400 g i.a.ha⁻¹, aplicado seis dias após a semeadura do arroz. Para controle de *Tibraca limbativentris* (percevejo-do-colmo) aplicou-se o inseticida malation na dose de 600 g i.a ha⁻¹ durante os tratamentos de drenagem, no dia 02/12/2004.

Quando as plantas estavam perfilhando, no estágio de desenvolvimento V₆ (formação do colar na sexta folha do colmo principal), conforme escala de Counce et al. (2000), procedeu-se a drenagem da água de todos os quadros, menos para o tratamento T1, em que a inundação foi contínua. A água foi recolocada nos quadros aos sete, 14 e 20 dias após a drenagem, nos tratamentos T2, T3 e T4, respectivamente.

Efetuuou-se coletas para determinação da quantidade de N mineral no solo aos sete, 14 e 20 dias após a drenagem da água, no florescimento e na colheita de cada cultivar. Para evitar a mineralização da matéria orgânica, as amostras de solo foram acondicionadas em caixas de isopor refrigeradas com gelo imediatamente após a coleta até chegarem ao laboratório. A determinação do N mineral (NH₄⁺ e NO₃⁻) no laboratório foi realizada conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

A avaliação de incidência de brusone foi feita nos dias 16 e 27 de dezembro de 2004, quando as plantas se encontravam no estágio de perfilhamento e no florescimento das duas

cultivares, que ocorreu em 14 de janeiro de 2005 e 18 de fevereiro de 2005, para as cultivares Epagri 106 e Epagri 109, respectivamente. Para determinação da incidência de brusone na folha, coletou-se trinta folhas de cada sub-parcela. Quantificou-se as que apresentavam manchas características da doença e calculou-se a porcentagem de folhas doentes.

Para determinação da resistência do solo à penetração utilizou-se um penetrômetro manual, modelo MCP (medidor de profundidade de camada compactada) marca Soil Control, com escala de variação de 0-100 kgf cm⁻², nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm em quatro pontos de cada sub-parcela. Estas avaliações foram feitas em cinco épocas: no dia da drenagem do solo nos tratamentos T2, T3 e T4, sete, 14 e 20 dias após a drenagem e no florescimento de cada cultivar.

Coletaram-se amostras inderformadas de solo na camada de 0-5 cm de profundidade com anéis volumétricos para determinação da densidade, macroporo, microporo e porosidade total do solo, conforme EMBRAPA (1999), no momento de retorno da água de acordo com cada tratamento e no momento da colheita da cultivar tardia.

Antes da colheita, procedeu-se avaliação visual da porcentagem de acamamento das plantas, tomando com base uma escala de notas proposta pelo IRRI (1980), onde: 1 = sem acamamento; 3 = até 25% de plantas acamadas; 5 = de 25% a 50% de plantas acamadas; 7 = de 50% a 75% de plantas acamadas e 9 = de 75% a 100% de plantas acamadas. Esta avaliação foi realizada em cada sub-parcela do experimento.

Após avaliação da porcentagem de acamamento, delimitou-se uma área de 1,5 X 4,0 m por sub-parcela para determinação de rendimento de grãos e componentes. Dentro desta área útil de 6m² utilizou-se um quadrado de 0,5 m² de área para estimativa dos componentes do

rendimento. Contou-se o número de panículas daquela área e estimou-se o número de panículas por m². O número de grãos por panícula e o número de grãos chochos foram contados a partir de cinco panículas escolhidas aleatoriamente na sub-amostra utilizada para determinação dos componentes do rendimento. Estas inflorescências foram utilizadas para estimativa do comprimento de panícula, medindo-se a distância do nó da panícula à extremidade superior da espiguetta do ápice. Após a colheita manual das parcelas, o material foi trilhado e os grãos levados à estufa a 60°C até alcançarem massa constante para realização da pesagem. Após transformou-se os valores obtidos em kg ha⁻¹ (13% base úmida). Posteriormente retirou-se uma amostra dos grãos secos para pesagem de mil grãos.

Os grãos obtidos na área de 0,5 m² para determinação dos componentes do rendimento foram separados e secos a umidade de 13% para determinação dos componentes do rendimento de engenho. Quando os grãos estavam com umidade adequada, separou-se uma amostra de 300 gramas e realizou-se a operação de limpeza com o aparelho de pré-limpeza marca INTECNIAL, modelo Sintel. Após pesou-se a quantidade de impurezas e transformou-se os dados em percentagem. Para avaliação da renda do benefício, separou-se 100 gramas de arroz em casca que foi submetida à operação de beneficiamento em equipamento denominado testadora de arroz, marca SUZUKI. Separou-se os grãos inteiros e quebrados da casca e farelo e pesou-se. Após essa primeira etapa, os grãos foram brunidos e novamente pesados, levados para um trieer 5,5 marca ZACCARIA, onde se separou os grãos inteiros dos quebrados e procedeu-se a pesagem dos dois tipos separadamente. Para determinação do rendimento de grãos inteiros, utilizou-se os grãos que foram brunidos e apresentavam comprimento igual ou superior a três partes de seu comprimento.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através da técnica de análise de variância. A magnitude do efeito dos tratamentos aplicados frente ao erro experimental foi testada através do teste F. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

2.4. Resultados e Discussão

2.4.1. Nitrogênio

As quantidades de amônio e nitrato aos sete, 14 e 20 dias após a drenagem foram pouco afetadas pelos sistemas de manejo da água e cultivar (Tabela 6). Apenas nas determinações feita aos 14 dias após a retirada da água, constatou-se diferenças estatísticas entre os sistemas de manejo da água para teor de nitrato, que foi mais alto no tratamento que permaneceu mais tempo sem água. Diversos fatores podem justificar o pequeno efeito dos tratamentos sobre a disponibilidade de nitrogênio do solo. Um deles foi o tempo reduzido para que ocorresse a nitrificação e a alta ocorrência de precipitações pluviais no período de drenagem, o qual impediu a oxigenação do solo, que contribuiria para a nitrificação. Além disso, os valores de amônio e nitrato no solo foram baixos, dificultando a detecção de diferença significativa. Provavelmente, as plantas consumiram o N disponível na solução, o que reduziu os valores de nitrato e amônio do solo.

Mesmo no florescimento, estágio de grande demanda de N pela cultura, os valores de amônio e nitrato foram muito baixos, não sendo possível verificar diferenças significativas. O N aplicado nas duas adubações de cobertura pode ter sido totalmente absorvido ou perdido através da drenagem. Segundo Dal Canton et al. (2003), as perdas de N no cultivo do arroz podem ocorrer de diversas formas, tais como, lixiviação, desnitrificação e volatilização de amônia no momento da adubação, mesmo em solo inundado. Sciviattaro et al.(2002), estudando o aproveitamento de N pelas plantas de arroz irrigado, verificaram que apenas 33% do N total adicionado era realmente utilizado.

Tabela 6. Quantidade de amônio e de nitrato no solo aos sete, 14, 20 dias após a drenagem do solo no perfilhamento e no florescimento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Amônio		Média	Nitrato		Média
	Epagri 106	Epagri 109		Epagri 106	Epagri 109	
	(ppm)		(ppm)			
7 dias após a drenagem						
T1***	3,0	7,8	5,4 ns*	0,4	2,0	1,3 ns
T2	5,4	3,2	4,3	2,8	1,6	2,3
T3	7,0	4,7	5,9	1,3	0,4	0,9
T4	3,1	11,1	7,1	0,4	1,0	0,7
Média	4,6 ns	6,7		1,3 ns	1,3	
14 dias após a drenagem						
T1	10,2	12,0	11,1 ns	1,2	0,8	1,1 b
T2	8,1	8,2	8,1	1,0	1,7	1,4 ab
T3	5,6	10,0	7,8	0,5	1,5	1,0 b
T4	12,6	9,9	11,3	2,6	2,1	2,4 a
Média	9,1 ns	10,0		1,4 ns	1,6	
20 dias após a drenagem						
T1	2,8	5,0	3,9 ns	0,1	0,1	0,2 ns
T2	6,4	4,7	5,6	0,1	0,2	0,2
T3	5,6	7,1	6,4	0,3	0,3	0,4
T4	3,8	7,8	5,8	0,2	0,4	0,4
Média	4,7 ns	6,1		0,3 ns	0,3	
Florescimento						
T1	2,6	8,5	5,6 ab	1,2	1,7	1,5 ns
T2	3,6	10,7	7,2 a	2,0	2,6	2,4
T3	1,7	7,1	4,4 b	0,1	1,7	1,0
T4	0,7	6,8	3,8 b	1,0	3,7	2,4
Média	2,2 B	8,3 A		1,2 ns	2,5	

*ns– Diferenças entre médias não significativas.

** Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ($P < 0.05$).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

2.4.2. Parâmetros de solo

Os valores de macroporosidade no solo sete dias após a drenagem variaram entre 0,07 e 0,08m³ m⁻³(Tabela 7). Estes valores são baixos, em comparação à macroporosidade normalmente observadas num solo drenado. Isto provavelmente ocorreu em função do sistema de preparo do solo adotado no sistema de cultivo pré-germinado, que utiliza enxada rotativa para desestruturá-lo e reduzir a percolação vertical da água.

A macro e a microporosidade não diferiram estatisticamente entre os sistemas de manejo da irrigação e entre cultivares. Estes dados são explicados parcialmente devido à época de amostragem que permitiu o mesmo período de drenagem para todos os tratamentos descritos (Tabela 7).

Tabela 7. Macroporosidade e microporosidade do solo sete dias após a drenagem da água. Pouso Redondo, SC, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Macroporos		Microporos	
	Epagri 106	Epagri 109	Epagri 106	Epagri 109
	(m ³ m ⁻³)		(m ³ m ⁻³)	
T2**	0,070 ns*	0,073	0,51 ns	0,52
T3	0,080	0,080	0,51	0,51
T4	0,073	0,077	0,50	0,51
Média	0,074	0,077	0,51	0,51

*ns – Diferenças entre médias não significativas.

** T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

A Tabela 8 apresenta os valores de densidade e de porosidade total do solo, medidas sete dias após drenagem do solo. A densidade dos solos de várzea é naturalmente mais alta do que a dos demais solos (EMBRAPA, 2004). No presente experimento, a densidade do solo

medida sete dias após drenagem variou entre 1,03 a 1,19 kg dm⁻³, valores que não são críticos em solos alagados.

A porosidade total variou entre 0,57 e 0,59 m³m⁻³ sete dias após a drenagem do solo.

Tabela 8. Densidade do solo e porosidade total medida após aos sete dias de drenagem do solo. Pouso Redondo, SC, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Densidade do solo		Porosidade Total	
	Epagri 106	Epagri 109	Epagri 106	Epagri 109
	(kg dm ⁻³)		(m ³ m ⁻³)	
T2**	1,03 ns*	1,15	0,58 ns	0,59
T3	1,15	1,08	0,59	0,58
T4	1,19	1,18	0,58	0,58
Média	1,12	1,14	0,58 ns	0,58

*ns– Diferenças entre médias não significativas.

** T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

Houve interação entre sistemas de manejo da irrigação e cultivares para a variável macroporosidade, sendo que o menor valor foi registrado no tratamento T4 e para a cultivar Epagri 106 (Tabela 9). Já para a Epagri 109 não se constatou diferença na macroporosidade entre sistemas de manejo da irrigação.

A microporosidade não diferiu entre cultivares, mas diferiu entre os sistemas de manejo da irrigação, sendo que o tratamento com irrigação contínua apresentou maior microporosidade do que nos tratamentos em que a água foi retirada dos quadros durante o perfilhamento da cultura (Tabela 9).

Um aspecto importante a ressaltar são os baixos valores de macroporosidade do solo no sistema pré-germinado de produção de arroz irrigado. A redução da macroporosidade é uma consequência do sistema de preparo do solo, onde, por ocasião da formação do lameiro, se utiliza

enxada rotativa. Este implemento desestrutura o solo, reduzindo a macroporosidade e, conseqüentemente, a percolação vertical de água nos quadros.

Tabela 9. Macroporosidade e microporosidade do solo no momento da colheita, em função dos sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Macroporos		Microporos		Média
	Epagri 106	Epagri 109	Epagri 106	Epagri 109	
	(m ³ m ⁻³)		(m ³ m ⁻³)		
T1**	0,090 Aa*	0,060 Ab	0,48	0,49	0,49 a
T2	0,050 BCa	0,067 Aa	0,47	0,46	0,47 b
T3	0,067 ABa	0,070 Aa	0,43	0,44	0,44 c
T4	0,030 Cb	0,083 Aa	0,46	0,46	0,46 b
Média	0,059	0,070	0,46 ns	0,46	

* Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

A densidade do solo no momento da colheita diferiu entre cultivares e entre sistemas de manejo da irrigação (Tabela 10). Para a cultivar Epagri 106, o aumento do período de drenagem da água aumentou a densidade do solo, atingindo-se 1,40 kg dm⁻³ quando a sub-parcela ficou 20 dias sem irrigação. Reichert et al. (2003) relatam que valores próximos a 1,4 kg dm⁻³ são considerados críticos para solos argilosos, podendo provocar problemas para o crescimento radicular para culturas de sequeiro. A alta densidade do solo não provoca prejuízos à cultura do arroz irrigado. O aumento na densidade do solo no momento da colheita pode justificar parcialmente o argumento dos agricultores para utilização da drenagem. Segundo estes, a drenagem no perfilhamento aumenta a sustentação física do solo às colheitadoras. Contudo, para

a cultivar Epagri 109 não houve efeito significativo do manejo da irrigação na densidade do solo na colheita.

Na cultivar Epagri 106 a porosidade total do solo foi menor no tratamento com maior período de drenagem após o perfilhamento em relação aos demais, possivelmente em função da maior densidade do solo observada neste tratamento (Tabela 10).

Tabela 10. Densidade e porosidade total do solo medidas na colheita, em função de sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Densidade do solo		Porosidade total	
	Epagri 106	Epagri 109	Epagri 106	Epagri 109
	(kg dm ⁻³)		(m ³ m ⁻³)	
T1**	1,16 Ca*	1,23 Aa	0,57 Aa	0,54 Aa
T2	1,25 BCa	1,25 Aa	0,52 Ba	0,53 Aa
T3	1,32 ABa	1,19 Ab	0,50 Ba	0,52 Aa
T4	1,40 Aa	1,16 Ab	0,49 Bb	0,55 Aa

* Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

A resistência do solo à penetração na profundidade de 0-10 cm não foi afetada significativamente pelos sistemas de manejo da irrigação e pelas cultivares, independentemente do período de avaliação (Tabela 11). A falta de efeito dos tratamentos sobre esta variável pode ter sido ocasionada pelas precipitações pluviais (112 mm) que ocorreram nos primeiros dias de drenagem do solo. Este resultado também foi encontrado por EBERHARDT et al. (2001). A variabilidade encontrada entre amostragens para determinar este parâmetro também dificulta a detecção de diferenças entre sistemas de manejo da água.

Na camada de 10-20 cm de profundidade, verificou-se diferença entre sistemas de manejo da irrigação, mas não entre cultivares (Tabela 11).

A resistência à penetração na camada de 10-20 cm foi significativamente mais alta nos tratamentos que foram mantidos sem água do que aqueles onde a lâmina foi preservada permanentemente, nas avaliações feitas aos sete e 14 dias após a drenagem. Na avaliação registrada no final do período de drenagem não houve diferença na resistência à penetração entre sistemas de manejo da irrigação.

Na avaliação de resistência aos sete dias de drenagem os menores valores foram para os tratamentos T1 e T3 e o maior valor foi o tratamento T4 (Tabela 11), sendo que T2, T3 e T4 estavam sem irrigação durante sete dias

Aos 14 dias após a drenagem, o menor valor de resistência à penetração foi observado no tratamento T4 e o maior para T3 para a cultivar Epagri 106 , sendo que os dois estavam 14 dias sem irrigação; e menor no tratamento T1 e T2, e maior para T4 para a cultivar Epagri 109 (Tabela 11).

Na avaliação de resistência do solo à penetração aos 20 dias após drenagem, não houve diferença significativa entre cultivares tratamentos nas camadas de 0-10cm e de 10-20cm.

Teoricamente, a resistência à penetração deveria aumentar com a redução da umidade do solo (BENGHOUGH & MULLINS, 1990) pela drenagem. Porém não se constatou diferenças consistentes entre os tratamentos neste sentido. Isso possivelmente ocorreu em função da grande variabilidade existente neste tipo de avaliação, devido às precipitações pluviais que ocorreram durante o período de drenagem e em decorrência do preparo do solo do sistema pré-germinado, que se caracteriza pela desestruturação do solo com enxada rotativa. A desestruturação do solo ocorre nas camadas superficiais, o que proporciona baixos valores de resistência à penetração na

camada de 0-10cm de profundidade. Segundo Centurion & Demattê (1992), os maiores valores de resistência a penetração se encontram na camada de 10-20 cm, sendo explicadas pela ação de implementos agrícolas utilizados no preparo do solo, tendo o mesmo comportamento para condições de solo seco e irrigado para outras culturas. Greenland (1985) encontrou resultados semelhantes para a cultura do arroz irrigado.

Tabela 11. Resistência do solo à penetração medidos, sete, 14 e 20 dias após a drenagem. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	0-10cm		10-20cm	
	Epagri 106	Epagri 109	Epagri 106	Epagri 109
(kgf cm ⁻³)				
Drenagem				
T1***	2,2 ns*	1,1	15,3 ns	11,1
T2	1,0	2,4	16,0	12,7
T3	1,0	0,5	16,3	12,3
T4	0,5	2,0	8,8	20,7
Média	1,2 ns	1,5	14,1 ns	14,2
7 dias após a drenagem				
T1	1,8 ns	2,4	11,0 b	10,6 b**
T2	0,1	1,0	13,2 ab	15,3 ab
T3	0,2	1,3	18,3 a	11,3 b
T4	1,4	0,4	10,9 b	17,8 a
Média	0,9 ns	1,3	13,3 ns	13,7
14 dias após a drenagem				
T1	1,7 ns	1,6	13,4 ab	10,9 b
T2	0,6	0,8	10,9 bc	14,3 ab
T3	1,2	0,6	15,5 a	13,2 b
T4	2,1	1,6	9,4 c	17,4 a
Média	1,4 ns	1,2	12,3 ns	13,9
20 dias após a drenagem				
T1	4,5 ns	4,8	16,3 ns	14,2
T2	1,6	3,2	15,5	18,2
T3	3,7	0,7	19,1	11,7
T4	4,6	4,2	15,4	17,0
Média	3,6 ns	3,2	16,6 ns	15,3

*ns – Diferenças entre médias não significativas.

** Médias seguidas por letras minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

*** T1= Sem drenagem no perfilamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

2.4.3. Brusone

A incidência de brusone não foi afetada pelo sistema de manejo da irrigação nas duas épocas de avaliação (Tabela 12). Os valores de incidência registrados 20 dias após a drenagem

nos tratamentos T3 e T4 foram quase o dobro daqueles verificados em T1. Contudo, tais diferenças numéricas não foram significativas estatisticamente. A ausência de diferença significativa entre os tratamentos de manejo da água pode ter sido influenciada por dois fatores: o primeiro foi a alta variabilidade dos valores registrados entre as repetições para o mesmo tratamento, o segundo foi a proximidade das sub-parcelas, o que dificulta a expressão dos resultados. Segundo Ou (1985), a quantidade de água no solo influencia a suscetibilidade das plantas de arroz à brusone. As plantas são mais suscetíveis quando cultivadas em solo seco. Ribeiro (1988) relata que a irrigação tardia em algumas áreas dentro da lavoura favorece o aparecimento dos primeiros focos da doença. Contudo, no presente trabalho a precipitação pluvial de 112 mm, no período de drenagem minimizou a falta de água, mitigando os efeitos potenciais da retirada da água sobre a incidência da doença.

Houve maior incidência de brusone na cultivar Epagri 109 do que na Epagri 106 na avaliação feita aos 20 dias após a drenagem. Isto pode ser explicado pela frequência de utilização da cultivar Epagri 109 que é muito alta na região, o que a torna mais suscetível às raças de brusone prevalentes no Alto Vale do Itajaí.

Tabela 12. Incidência de brusone da folha no perfilhamento de duas cultivares de arroz em solo cultivado sistema pré-germinado, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	20 dias após drenagem			Uma semana após o retorno da irrigação		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
	(%)			(%)		
T1***	8,1	10,7	9,4 ns	10,9	6,7	8,8ns*
T2	10,1	13,3	11,7	9,4	6,5	8,0
T3	7,4	29,0	18,2	7,5	16,7	11,9
T4	10,0	26,7	18,4	6,5	2,5	4,5
Média	8,9 B**	19,9 A		8,6 ns	8,0	

*ns– Diferenças entre médias não significativas.

* *Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

A incidência de brusone na floração do arroz também não diferiu estatisticamente entre sistemas de manejo da irrigação (Tabela 13), sendo maior na cultivar Epagri 106 do que na cultivar Epagri 109. Verificou-se que, com o retorno da irrigação, os valores de incidência de brusone na floração foram menores do que as mensuradas 20 dias após a drenagem (Tabelas 12 e 13).

Tabela 13. Incidência de brusone da folha na floração de duas cultivares de arroz submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Floração		Média
	Epagri 106	Epagri 109	
	(%)		
T1***	8,3	1,7	5,0 ns**
T2	7,4	2,5	4,9
T3	8,9	4,2	6,6
T4	5,7	0,8	3,3
Média	7,6 A	2,3 B	

*ns – Diferenças entre médias não significativas.

** Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ($P < 0.05$).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

2.4.4. Acamamento

Não se detectou a presença de plantas acamadas antes da colheita do ensaio em nenhum tratamento. Este resultado pode ser explicado pela utilização de cultivares adaptadas ao sistema pré-germinado e com características de resistência ao acamamento. Segundo a SOSBAI (2005), a cultivar Epagri 106 é considerada medianamente resistente e a Epagri 109 resistente. Petrini et al. (2003), testando três cultivares de arroz em diferentes manejos da irrigação, observou acamamento em duas cultivares testadas, quando a lâmina de água permaneceu constante durante todo o ciclo da cultura do arroz. KONO (1995) relatou que o acamamento de plantas ocorre em determinados anos, em alguns sistemas de cultivo e em algumas cultivares de arroz, evidenciando que há diversos mecanismos envolvidos neste processo. Desta forma, pode-se dizer que o

acamamento não depende apenas do manejo da irrigação, mas também das características genéticas de cada cultivar e de sua adaptação ao sistema de manejo adotado na lavoura.

2.4.5. Rendimento e componentes

Não houve efeito significativo dos sistemas de manejo da água e da cultivar sobre o rendimento de grãos (Tabela 14). Numericamente, o tratamento em que a lâmina foi mantida permanentemente apresentou rendimento de grãos 6,2% mais alto do que o obtido na média dos três sistemas de manejo com retirada da água no perfilhamento.

Alguns fatores podem ter contribuído para minimizar os possíveis efeitos negativos da drenagem. O primeiro deles foi o de que o período de retirada de água dos quadros (final do mês de novembro e primeira quinzena de dezembro) coincidiu com uma época de alta precipitação pluvial. Neste sentido foram registrados 67, 25 e 20 mm de precipitação na primeira, segunda e terceira semana de aplicação dos tratamentos de drenagem, respectivamente. Os 112 mm de precipitação provavelmente fizeram com que o solo permanecesse saturado por vários dias. Isto provavelmente diluiu qualquer possibilidade de estresse hídrico às plantas.

Marchezan et al. (2002), estudando diferentes sistemas de manejo da irrigação, verificaram maior produtividade de grãos de arroz no tratamento com lâmina de água contínua. Já Back & Crispim (2003), avaliando períodos de supressão da irrigação em diferentes épocas de desenvolvimento do arroz, observaram que o efeito da drenagem sobre o rendimento dependeu da época de retirada da água. Quando o período de drenagem foi de 15 dias não houve efeito sobre o rendimento de grãos. Já para períodos de 30 dias de supressão, houve redução na produtividade quando o déficit hídrico ocorreu entre 60 e 75 dias após a semeadura, época que coincide com a

diferenciação do primórdio floral. Eberhardt (2001), testando diferentes manejos da irrigação no perfilhamento, não encontrou diferença no rendimento de grãos entre tratamentos sem drenagem e com drenagem por 23 e 34 dias. Esse resultado ocorreu devido à alta precipitação pluvial durante o período de drenagem, que amenizou um possível estresse hídrico.

Os resultados dos ensaios de avaliação de cultivares conduzidos pela Epagri (SOSBAI, 2003) têm mostrado que genótipos de ciclo tardio, como a EPAGRI 109, alcançam maior potencial produtivo do que os de ciclo precoce, como a EPAGRI 106. No presente trabalho, não houve diferença significativa no rendimento de grãos entre cultivares. Os tetos produtivos foram baixos, quando comparados às produtividades normalmente alcançadas a nível de lavoura pelos produtores do Alto Vale do Itajaí, as quais superam 10.000 kg ha⁻¹. Este resultado pode ser explicado pelas baixas temperaturas registradas no mês de fevereiro, período que coincidiu com as fases de pré-floração e de florescimento da cultivar tardia. Segundo dados obtidos na Estação Experimental da Epagri em Ituporanga, entre os dias 15 e 18 de fevereiro, as temperaturas mínimas variaram entre 12,2 e 17,4°C. Nishiyama et al. (1969) relatam que a faixa de temperatura para induzir esterilidade no arroz é de 15-17°C para genótipos mais tolerantes ao frio e de 17-19°C para genótipos mais suscetíveis. Yoshida (1981) sugere que o período de emborrachamento é o mais suscetível a baixas temperaturas. Outro fator que pode ter contribuído para o baixo rendimento da EPAGRI 109, foi a ocorrência de manchas nos grãos, causadas por alguns fungos. Neste sentido, foram identificados no laboratório de fitopatologia, do Centro de Ciências Agroveterinárias, os seguintes fungos nos grãos da cultivar tardia: *Alternaria padwichei*, *Microdochium oryzae*, *Curvularia sp.* e *Phoma sp.*; os quais proporcionaram um elevado percentual de grãos chochos.

Tabela 14. Rendimento de grãos de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Rendimento		Média
	Epagri 106	Epagri 109	
	(kg ha ⁻¹)		
T1**	8.401 ns*	9.239	9.239
T2	8.301	8.301	8.301
T3	7.833	8.683	8.258
T4	7.879	8.838	8.359
Média	8.004	8.765	

*ns=Diferenças entre médias não significativas.

** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

O número de panículas por m² e o número de grãos por panícula não foram afetados pelo sistema de manejo da água e pela cultivar utilizados (Tabela 15). Um dos principais efeitos negativos da retirada de água no perfilhamento é a restrição da emissão de aflhos, o que pode diminuir o número de panículas por área e, conseqüentemente, o rendimento de grãos. No presente estudo isto não ocorreu, possivelmente porque a densidade de plantas nos quadros foi muito alta (160 kg ha⁻¹), decorrente da elevada quantidade de sementes utilizada na semeadura. Assim, especula-se que a alta densidade de semeadura limitou a emissão de aflhos, independentemente do tratamento considerado.

A cultivar Epagri 109 apresentou maior peso de mil grãos do que a Epagri 106, independente do sistema de manejo da irrigação, que não interferiu sobre esta variável (Tabela 15). Isto provavelmente está ligado a maior duração do ciclo da Epagri 109, que propicia uma extensão do período de enchimento de grãos. Back e Crispim (2003), estudando o efeito da drenagem da água em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura do arroz sobre o

enchimento de grãos, verificaram que houve redução na massa de grãos no tratamento com 45 dias supressão da irrigação, aos 75 dias após a semeadura.

Tabela 15. Componentes do rendimento de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Panículas m ⁻²	
	Epagri 106	Epagri 109
T1***	579 ns*	579
T2	536	587
T3	604	634
T4	588	642
Média	575	610
Grãos panícula ⁻¹		
T1	63 ns	91
T2	78	90
T3	66	84
T4	83	75
Média	76	85
Peso de 1000 grãos (g)		
T1	24,2 ns	26,1
T2	23,3	26,8
T3	23,5	26,6
T4	23,5	27,2
Média	23,6 B	26,7 A**

*ns – Diferenças entre médias não significativas.

** Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

O comprimento da panícula não foi influenciado pelos sistemas de manejo da água (Tabela 16). A cultivar Epagri 109 apresentou maior comprimento de panícula do que a Epagri 106. Isto provavelmente está associado ao seu ciclo tardio, o qual promove maior período de desenvolvimento da panícula. A porcentagem de grãos chochos também não diferiu entre os

sistemas de manejo da água. A cultivar Epagri 109 apresentou maior porcentagem de grãos chochos do que a Epagri 106. Este resultado foi provavelmente influenciado pela incidência de manchas nas glumas, e em consequência as baixas temperaturas durante o florescimento desta cultivar. A alta porcentagem de grãos chochos foi o principal fator limitante à expressão do potencial produtivo da cultivar de ciclo tardia.

Tabela 16. Comprimento da panícula e porcentagem de grãos chochos de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Comprimento de panícula		Média	Grãos chochos		Média
	Epagri 106	Epagri 109		Epagri 106	Epagri 109	
	(cm)			(%)		
T1***	19,4	22,2	20,8 ns*	3,7	25,2	14,7 ns
T2	20,0	22,0	21,0	4,5	33,1	18,8
T3	19,5	21,8	20,7	4,4	32,2	18,2
T4	20,9	21,0	20,9	4,6	25,2	14,8
Média	19,9 B	21,8 A**		4,3 B	29,0 A	

*ns – Diferenças entre médias não significativas.

* *Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

2.4.6. Parâmetros de engenho

A cultivar Epagri 106 apresentou maior renda base do que a Epagri 109 (Tabela 17). Isto provavelmente ocorreu devido à ocorrência de manchas de glumas e da ocorrência de um período de temperaturas baixas nas fases de floração e de início do enchimento de grãos da cultivar Epagri 109, o que resultou em maior porcentagem de grãos chochos. A qualidade física

do grão de arroz expressa através do rendimento de grãos inteiros, foi maior para à Epagri 109, em relação a Cultivar Epagri 106. Ramírez et al. (2005), estudando épocas de drenagem da água após o florescimento do arroz, concluíram que esta prática varia em função do genótipo. O sistema de manejo da irrigação não interferiu nos parâmetros de engenho. Isto provavelmente ocorreu porque a água foi retirada apenas no perfilhamento, enquanto que os parâmetros de engenho são afetados principalmente pelas características climáticas e de manejo no período de florescimento e enchimento de grãos.

Tabela 17. Renda base e rendimento de grãos inteiros de duas cultivares de arroz, submetidas a diferentes sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento. Pouso Redondo, SC, 2004/2005.

Sistema de manejo da irrigação	Renda Base			Rendimento de grãos inteiros		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
	(%)			(%)		
T1***	71,0	68,3	69,7ns	61,5	63,6	62,4ns*
T2	70,3	67,0	68,6	62,5	61,9	62,2
T3	71,0	67,2	69,1	61,0	61,3	61,2
T4	70,8	67,6	69,2	58,5	61,9	60,2
Média	70,8 A**	67,5 B		60,9 B	62,2 A	

*ns – Diferenças entre médias não significativas.

* *Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

O sistema de manejo da irrigação não afetou significativamente a percentagem de impurezas e de grãos quebrados do arroz. Porém, houve diferença entre cultivares (Tabela 18). A cultivar Epagri 109 apresentou maior quantidade de impurezas do que a Epagri 106, provavelmente em decorrência do aparecimento de manchas das glumas e pela ocorrência de

baixas temperaturas no enchimento de grãos. A alta quantidade de impurezas contribuiu para a redução do valor da renda base da cultivar Epagri 109.

A porcentagem de grãos quebrados foi maior para a cultivar Epagri 106, provavelmente pelo menor período de enchimento de grãos, característica de cultivares precoces. A redução do período de enchimento de grãos faz com que o amido seja acumulado mais rapidamente no endosperma, o que pode favorecer o trincamento e a quebra dos grãos no beneficiamento.

Tabela 18. Percentagem de impurezas e percentagem de grãos quebrados de duas cultivares de arroz em função do manejo da água no perfilhamento. Pouso Redondo, 2004.

Sistema de manejo da irrigação	Impurezas			Grãos quebrados		
	Epagri 106	Epagri 109	Média	Epagri 106	Epagri 109	Média
	(%)			(%)		
T1***	1,8	10,5	6,2 ns	13,0	7,5	10,3 ns*
T2	1,8	11,3	6,5	15,5	8,0	11,8
T3	1,9	10,9	6,4	14,4	8,8	11,6
T4	1,7	10,1	5,9	15,9	8,6	12,3
Média	1,9 B	10,7 A**		14,7 A	8,2 B	

*ns– Diferenças entre médias não significativas.

* *Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan (P<0.05).

*** T1= Sem drenagem no perfilhamento

T2= Retirada da água em V6 e retorno sete dias após drenagem

T3= Retirada da água em V6 e retorno 14 dias após drenagem

T4= Retirada da água em V6 e retorno 20 dias após drenagem

2.5. Conclusões

A retirada da água dos quadros interferiu pouco sobre a quantidade de amônio e nitrato aos 7, 14 e 20 dias após a drenagem. Provavelmente a quantidade de N aplicado nas adubações de cobertura foi absorvido pelas plantas ou lixiviado com a água da drenagem.

Não houve efeito significativo do sistema de manejo da irrigação sobre a resistência à penetração do solo na camada de 0-10cm no período compreendido entre a drenagem e o retorno da irrigação.

A retirada da água no perfilhamento não interferiu significativamente sobre o rendimento de grãos e componentes das duas cultivares. Apesar dos prejuízos no desenvolvimento radicular verificado em casa de vegetação, no experimento a campo não houve diferença na produtividade de grãos, possivelmente porque não ocorreu déficit hídrico.

A cultivar Epagri 109 apresentou maior peso de 1000 grãos, comprimento de panícula, porcentagem de grãos chochos, porcentagem de impurezas e rendimento de engenho do que a cultivar Epagri 106.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou determinar os efeitos de quatro sistemas de manejo da irrigação no perfilhamento do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado, sobre as características fisiológicas, morfológicas e agronômicas de duas cultivares de ciclos contrastantes, e sobre alguns parâmetros de solo.

A principal meta era avaliar se a drenagem no perfilhamento alteraria a produtividade do arroz e se influenciaria a sustentação física do solo no momento da colheita. A escolha desta pesquisa baseou-se na prática comum entre os produtores de arroz catarinenses e os benefícios que alegam ter com o uso desta prática.

Partiu-se da premissa de que a drenagem no perfilhamento reduziria o rendimento de grãos do arroz em decorrência da redução do perfilhamento e pelo gasto de energia desnecessário para que as raízes se adaptassem a troca de ambiente (anaeróbico para aeróbico e posteriormente anaeróbico) e que a drenagem não alteraria as características físicas do solo.

Os resultados obtidos no primeiro ano de trabalho não confirmaram totalmente as hipóteses. A produtividade de grãos de arroz não foi influenciada pela drenagem no perfilhamento. Contudo, o trabalho em casa de vegetação mostrou que a drenagem no perfilhamento reduz o crescimento radicular das plantas de arroz. Provavelmente, o rendimento de grãos não foi afetado pela drenagem no ensaio de campo em função da alta precipitação

pluvial que ocorreu no período da drenagem, pois o experimento de casa de vegetação, onde se teve controle do teor de umidade do solo, mostrou redução no crescimento radicular durante a drenagem o que reduziria a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o rendimento de grãos.

Houve aumento na densidade do solo, no momento da colheita quando o solo foi drenado no perfilhamento. Este resultado confirma a afirmação dos produtores de arroz de que a drenagem no perfilhamento facilita a colheita mecânica devido a maior sustentabilidade física do solo. Deve-se destacar que a alta variabilidade constatada dentro da mesma unidade experimental para algumas avaliações físicas de solo dificultou a detecção de diferenças estatísticas entre tratamentos.

O experimento está sendo repetido no ano agrícola de 2005/2006 para que se possa avaliar com maior confiabilidade os reais benefícios e prejuízos que a retirada da água no perfilhamento pode trazer aos orizicultores catarinenses. Isto é fundamental para que se possa fazer uma recomendação concreta aos produtores sobre a adoção desta prática cultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, A. J. & CRISPIM, J. E. Efeito da estiagem nos componentes de produção do arroz irrigado. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Balneário Camboriú, **Anais...**, Itajaí: EPAGRI, p. 137-139. 2003.

BENGHOUGH, A. G. & MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth responses: a review of experimental techniques and root growth responses. **J. Soil Sci.**, 41. 1990. p. 341-358.

CARMONA, R. C.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; TEICHMANN, L. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; FORSTHOFER, E. L.; FREITAS, T. S. Crescimento da planta de arroz irrigado afetado pela duração do período de retirada da lâmina de água. In: II Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Porto Alegre, **Anais...**, IRGA. 2001. p. 235-237.

CENTURION, J.F. & DEMATTÊ, J. L. I. Sistemas de preparo do solo de cerrado: efeito nas propriedades físicas e na cultura do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, 27. 1992. p. 315-324. a

CENTURION, J.F. & DEMATTÊ, J. L. I. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **R. Bras. Ci. Solo**, 9. 1992. p. 263-266. b

COUNCE, P.A., KEISLING, T.C. & MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Sci.** 2000. 40: 436-443.

DAL CANTON, D.; VAHL, L. C.; SOUZA, R. O.; HARTWING, M. P.; QUADRO, M. S. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia da uréia aplicada na superfície em solo alagado. **In:** Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3, 2003, Balneário Camboriú, SC. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3. Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 267-269.

DANIEL, T.C.; EDWARDS, D. R.; SHARPLEY, A. N. Effect on extractable soil surface phosphorus on runoff water quality. **American Society of Agricultural Engineers.** Fayetteville, v.34. n.4. p. 1079-1085. 1993.

DAS, D. K. & JAT, R.L. Influence of three soil-water regimes on root porosity and growth of four rice varieties. **Agron. J.**, Madison, v. 69, n. 2. p. 197-200. 1977.

DESCHAMPS, F. C.; NOLDIN, J. A.; EBERHARDT, D. S.; KNOUBLAUCH, R. A qualidade da água em áreas cultivadas com arroz irrigado. **In:** Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3, Balneário Camboriú. Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 700-701.

EBERHARDT, D. S.; Consumo da água em lavouras de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. In: XX Reunião da Cultura do Arroz, Pelotas, RS. **Anais...** EMBRAPA CPACT, 1993.

EBERHARDT, D. S.; SCHIOCCHET, M. A.; NOLDIN, J. A. Manejo da irrigação no período de perfilhamento do arroz irrigado. **Anais...** II Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. XXIV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. Porto Alegre. 2001. p. 178-180.

EMBRAPA. Aspectos sócioeconômicos da produção de arroz. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p. 23-33. Informação Técnica, 2004.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos. 1999. 412p.

EMBRAPA. Solos de várzea do sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p. 75-83. Informação Técnica, 2004.

EMBRAPA. Uso e manejo da água em arroz irrigado. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: 2004. p. 417-420. Informação Técnica, 2004.

EPAGRI. **Algumas recomendações para a produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental**. Florianópolis, 2003. Boletim Didático. 52p. 2003.

EPAGRI. Preparo do solo e manejo da água. **Arroz Irrigado – Sistema pré-germinado**. Florianópolis. p. 61-69. 2002.

EPAGRI. Princípios básicos para a adubação do arroz irrigado. **Arroz Irrigado – Sistema pré-germinado**. Florianópolis. p. 71-97. 2002.

FAO. Food and Agriculture Organization. Fao Stat data. Itália, 2005. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>> Acessado em 20 de agosto de 2005.

FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.4. p.111-148. 1995.

FUJII, Y. Morfología de las raíces del arroz. **Rev. Potas**, Berna, v. 12, n. 1. p. 1-2. 1974.

FURTADO, R. D.; LUCA, S.J. Dinâmica ambiental de nutrientes na água durante o período de irrigação, em três técnicas de cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). In: II Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 793-795.

GISH, T. J.; SADEGHI, A. Agricultural water quality priorities: Asymposium overview. **Jenv. Quality**, v.22, n. 3. 1993. p. 389-391.

GREENLAND, D. J. Physical aspects of soil management for rice-based cropping systems. **In: INTERNACIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE – IRRI. Soil physical and rice.** Manilla.1985.

HORN, D. Atributos morfo-fisiológicos da absorção de nutrientes em genótipos de milho e seus desempenhos agrônomico e econômico em função de níveis de manejo. Lages, 2003. 11 p.

Dissertação (Mestrado em Solos) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2003.

ICEPA. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. Produção de Arroz em Santa Catarina na safra de 2004/2005. Disponível em < <http://www.icepa.com.br> > Acessado em 20 de agosto de 2005.

IRRI. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Rice Advisory Committee. **Descriptors for rice, *Oryza sativa* L.** Los Baños: IRRI. 21p. 1980.

KNOBLAUCH, R.; BACHA, R. E.; STUKER, H. Níveis de nitrogênio e potássio para adubação do arroz irrigado em sistema pré-germinado. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2005, Santa Maria, RS. **Anais...**, Orium. v. II. p. 443-445. 2005.

KONO, M. Physiological aspects of lodging. In: MATSUO, T. et al. Science of the rice plant. Tokyo, Japan: Nobunkyo, 1995. v.2, cap. 4, p. 971-982.

LICHTENBERG, E. & SHAPIRO, L. K. Agriculture and nitrate concentrations in Maryland Community water system wells. **Jenv. Quality**, v. 26, n. 1. jan-fev.1997.p. 145-152.

LOPES, S. I. G.; WOLKWEISS, S. J.; TEDESCO, M. J. Desenvolvimento do sistema radicular do arroz irrigado. **R. Brás. de Ci. Solo**. Campinas, v18. 1994. p.273-278.

MACEDO, V. R. M.; LOPES, M. S.; CORRÊA, N.I.; KLEPKER, D. Avaliação de sistemas de cultivo de arroz irrigado: sistema radicular. In: I Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Pelotas. **Anais...** p. 274-276. 1999.

MARCHEZAN, E.; ÁVILA, L.A.; MARZARI, V.; BUNDT, A. L. P.; SEGABINAZZI, T. Manejo da irrigação do arroz por inundação usando sementes pré-germinadas. Eng. Agr, Jaboticabal, v.22. n.3, p. 339-346. 2002.

MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T.; VILLA, S. C. C.; ÁVILA, L.A. Manejo da adubação do arroz irrigado em sistema pré-germinado na produtividade e perda de nutrientes através da água de drenagem inicial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31. n.5. p. 877-879. 2001.

MARCOLIN, E.; CORRÊA, N. I.; LOPES, M.S.; MACEDO, V.L.M.; MARQUES, J.B.B. Determinação do consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: I Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, **Anais...** 1999. p. 263-265.

MURATTA, Y. & MATSUSHIMA, S. Rice. In: **EVANS, L.T.**, ed. Crop physiology: some case histories. Cambridge, Cambridge University. p. 73-99. 1975.

NISHIYAMA, I.; ITO, N.; HAYASE, H.; SATAKE, T. Protecting effect of temperature and depth of irrigation water from sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage of rice plants. **Proceedings of the Crop Science Society of Japan**. v. 38, n.3, 1969, p. 554-555.

NOLDIN, J. A. ; EBERHARDT, Domingos S . A realidade ambiental e a lavoura orizícola brasileira. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Orium, v. II. p. 612-621. 2005.

OLIVEIRA, C. F.; KAYSER, V. H.; RUCATTI, E. G.; BARATA, T. S. Perspectivas sócio-econômicas para a orizicultura do Rio Grande do Sul no ano de 2005. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 4, 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Orium, v. II. 442-444. 2005.

OU, H. S. Fungos diseases- Foliage diseases. **Rice Diseases**. Ed.2. Kew: Commonwealth Micological Institute, p. 109-246. 1985.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANA, S.; FERREIRA, M.M.; DIAS JUNIOR, M.S.; GOMES, A. S.; TURATTI, A. L. Resistência do solo à penetração de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 521-529, 2001.

PETRINI, J. A.; ELY, M.; NEVES, C. F. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado em função do manejo da água no sistema pré-germinado safra 2002/2003. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3, 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...**, Itajaí: EPAGRI. p. 167-168. 2003.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**. New York, v.24. 1972. p. 29-96.

PRANDO, H. F. Estudo do comportamento do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*) em arroz irrigado, sistema de cultivo pré-germinado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 3., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis, S.C.: EPAGRI, 2003. p 412-414.

RAMÍREZ, H. V.; MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P.; LIMA, A. L. Enchimento de grãos de arroz irrigado em função do manejo da água para a colheita. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. Santa Maria, **Anais...**, Orium, v1. p.305-306. 2005.

RAMÍREZ, H. V.; MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P. Rendimento de grãos de arroz irrigado em função do manejo da água para colheita. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Santa Maria, **Anais...**, Orium, 2 v. p. 354-356. 2005.

REICHERT, J. M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**. v.27. p.29-48. 2003.

RIBEIRO, A. S. Doenças de arroz irrigado. Pelotas, EMBRAPA – CPATB, 1988. (EMBRAPA – CPATB. Circular Técnica n.2). 56 p.

ROSSIELLO, R.O. P. Comparação dos métodos fotoelétrico e da intersecção na determinação de área, comprimento e raio médio radicular. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília. v. 30. n.5., p. 633-638. 1995.

SCHENK, M.K.; BARBER, S.A. Phosphate uptake by corn as affected by soil characteristics and root morphology. **Soil Science Society of America Journal**, v.43, n.4, 1979. p.880-883.

SCHUERMAN, K.K. **Análise de variabilidade de *Magnaporthe grisea* no estado de Santa Catarina**. Porto Alegre, 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, UFRS. 2002.

SCIVITTARO, W. B.; SILVA, C. A. S.da; ANDRES, A.; OLIVEIRA, A. P. B. B. de; ÁVILA, M. S. V. de; MURAOKA, T.; TRIVELIN, P. C. O. Dinâmica do nitrogênio em sistema de produção de arroz irrigado. In: I Congresso da Cadeia Produtiva do Arroz e VII Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz – RENAPA Florianópolis, Anais..., p. 543-546. 2002.

SILVA, P. F.; ELESBÃO, I.; TREVISAN, S.; SOUZA, R.S. A lei das águas: avaliação e implicações sobre o setor orizícola. In: I Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado,. Pelotas. **Anais...** 1999.

SILVA, W.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; FREITAS, R. S. Absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, n1, p.147-159. 2000.

SOSBAI. Cultivares. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, p. 77-87. 2005.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de Solo, Planta e outros Materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia. UFRGS, 174 p. Boletim Técnico, 5, 1995.

TENNANT, D. A test of a modified line intercept method of estimating root length. **Journal of Ecology Applied**, v.63. p. 995-1001. 1975.

VAHL, L. C. & SOUZA, R.O. Aspectos físicos-químicos de solos alagados. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2004. p.11-112.

WEBER, L.; MARCHEZAN, E.; CARLESSO, R.; MARZARI, V. Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.1, p. 28-33. 2003.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.

ZANINI NETO, J. A. Morfologia e fisiologia da planta de arroz. **Arroz Irrigado, sistema pré-germinado**. Florianópolis. p.11-13. 2002.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)