



Informes Técnicos

Sumário

Manejo da adubação fosfatada e potássica no sistema pré-germinado de cultivo de arroz irrigado

Aspectos de rizipiscicultura

Consumo de água e desempenho de cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo

Impacto ambiental da aplicação de herbicidas na lavoura de arroz irrigado

Aspectos agronômicos de cultivares de arroz irrigado em relação à época de semeadura, de colheita, e aplicação de fungicida

N. 02/2005

MANEJO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO¹

Marchezan, E.²; Camargo, E. R.³; Villa, S.C.C.⁴

1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de arroz, que superou 12 milhões de toneladas na safra de 2003/04, encontra-se concentrada na Região Sul, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina que juntos detêm 57% da produção nacional (CONAB, 2004). Nesses estados, o cultivo de arroz irrigado no sistema pré-germinado ocupa aproximadamente 11% das áreas destinadas à cultura no Rio Grande do Sul e quase a totalidade das áreas com lavouras de arroz em Santa Catarina.

O sistema pré-germinado de cultivo de arroz apresenta benefícios ao sistema arrozeiro de produção, dos quais pode-se destacar o controle de plantas invasoras, especialmente do arroz vermelho, que possibilita o aproveitamento pleno da área, pelo cultivo ano após ano.

Nesse sistema, o solo é mantido com lâmina de água por cerca de 20 dias antes da semeadura, que é executada com sementes pré-

germinadas sobre a lâmina. Nessa condição, adota-se usualmente a retirada da água da área de cultivo ao redor de 3 dias após a realização da semeadura do arroz, voltando com a irrigação em aproximadamente 2 a 3 dias.

Nessa drenagem inicial da lavoura, ocorre a saída de nutrientes, oriundos do solo e da adubação que foi realizada antes da semeadura. Assim, será discutido a seguir, manejos da adubação com fósforo e potássio, visando menores perdas de nutrientes do sistema.

2 PERDA DE NUTRIENTES COM A DRENAGEM INICIAL

A inundação promove alterações químicas e biológicas no solo que resultam, entre outras transformações, no aumento da disponibilidade de alguns nutrientes (HERNÁNDEZ & MEURER, 2000; SILVA et al., 2003).

| | |
|---|---|
| 1 Introdução..... | 1 |
| 2 Perda de nutrientes com a drenagem inicial..... | 1 |
| 3 Metodologia utilizada..... | 3 |
| 4 Manejo da adubação e a perda de nutrientes..... | 3 |
| 5 Manejo da adubação e a produtividade do arroz irrigado..... | 6 |
| 6 Considerações finais..... | 7 |
| 7 Referências bibliográfica..... | 7 |

¹ Trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzeas com auxílio do CNPq.

² Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisador do CNPq. 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, bolsista CNPq.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, bolsista CAPES.

Nesse período, os produtores executam a aplicação dos fertilizantes fosfatados e potássicos, realizando a incorporação ou simplesmente distribuindo-os sobre o solo após o nivelamento, seguindo desta forma a proposição sugerida pelas recomendações técnicas da cultura.

No entanto, a maior disponibilidade de nutrientes na solução do solo, resultante das reações de oxidação na área inundada e, sobretudo, oriundas da aplicação dos fertilizantes antes da semeadura, podem conduzir à perda de fertilidade do sistema, em razão do manejo de drenagem inicial adotado, visando ao melhor estabelecimento das plântulas. Fatores como lixiviação (BELTRAME et al., 1992), ausência de plântulas de arroz (SILVA et al., 2003), escoamento superficial e situações de extravasamento da água dos quadros, em condições de precipitações elevadas, podem influenciar na manutenção dos nutrientes na área. Em trabalho realizado por MARCHEZAN et al. (2002), visando quantificar as perdas de nutrientes decorrentes da drenagem inicial no sistema pré-germinado, observa-se após 3 anos de estudo, o carreamento juntamente com a água drenada de quantidades correspondentes a 3,78; 0,1 e 4,83 kg ha⁻¹ respectivamente para N, P e K (Tabela 1). No entanto, WEBER et al. (2003) encontraram concentrações de nutrientes mais elevadas, ao efetuarem a drenagem inicial dos sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas, sendo que estas, na média dos sistemas, se situaram em 5,02; 2,06; 10,33

kg ha⁻¹ para N, P, K respectivamente. A maior quantidade observada por esse autor pode ser explicada pelo reduzido intervalo de tempo entre a aplicação dos fertilizantes e a drenagem subsequente que, nas condições de realização do trabalho, foram de 6 dias.

Dessa forma, observa-se que as perdas de nutrientes podem ser significativas, dependendo do manejo da adubação e da água utilizados. Estas podem afetar o ambiente mediante a eutrofização das águas, especialmente quando o nutriente envolvido é o fósforo (SHARPLEY et al.; 2000), além de reduzir a fertilidade do solo, comprometendo a sustentabilidade do sistema. CHEUNG et al. (2003), investigando os níveis de nutrientes e metais pesados na água e sedimentos em rios, detectaram altas concentrações de nutrientes na água, com valores máximos de 10, 22 e 2,9 mg L⁻¹ para amônio, nitrato e fosfato respectivamente. DAVIDE et al. (2003), caracterizando a presença de sedimentos e elementos suspensos na água de rio, observaram uma moderada poluição em todos os locais amostrados, indicando a influência antrópica, por meio das atividades urbanas e rurais.

Uma das opções, que pode ser adotada para reduzir as perdas de nutrientes, é a realização da adubação potássica e fosfatada depois de efetuada a semeadura. Com esse manejo, pode-se minimizar a retirada de nutrientes da área através da drenagem inicial, desde que não ocorra redução da produtividade do arroz.

Tabela 1. Concentração de nutrientes, em mg L⁻¹, na água de drenagem inicial do sistema pré-germinado

| Nutrientes | Safras agrícolas | | | |
|--|------------------|---------|---------|-------|
| | 1999/00 | 2000/01 | 2001/02 | Média |
| N-NH ₄ ⁺ | 2,77 | 2,23 | 2,61 | 2,54 |
| N-NO ₃ ⁻ | 1,15 | 1,33 | 1,23 | 1,24 |
| N total (NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻) | 3,92 | 3,56 | 3,84 | 3,78 |
| P | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| K | 4,55 | 4,29 | 5,65 | 4,83 |

*Adaptado de Marchezan et al. (2002).

Assim, são relatados a seguir resultados obtidos em experimentos conduzidos pelo Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzea que relacionam diferentes modalidades de adubação fosfatada e potássica com a perda de nutrientes através da drenagem inicial e com produtividade do arroz irrigado.

3 METODOLOGIA UTILIZADA

O experimento foi conduzido durante quatro safras agrícolas, de 2000/01 a 2003/2004, em área de várzea sistematizada do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em um Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico. As parcelas experimentais foram individualmente isoladas com taipas, a fim de evitar o fluxo de água entre os tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e sete tratamentos, sendo estes listados a seguir: [T1] aplicação dos fertilizantes fosfatados e potássicos 20 dias antes da semeadura (DAS) e incorporação ao solo; [T2] aplicação dos fertilizantes 20 DAS, sem incorporação; [T3] aplicação dos fertilizantes 5 DAS e incorporação ao solo; [T4] aplicação dos fertilizantes 5 DAS, sem incorporação; [T5] aplicação dos fertilizantes a lanço 10 dias após a semeadura; [T6] aplicação dos fertilizantes a lanço 30 dias após a semeadura e [T7] testemunha sem aplicação dos fertilizantes potássicos e fosfatados.

Em todas as safras agrícolas o preparo do solo foi realizado anteriormente à entrada de água. Imediatamente após o preparo do solo, executou-se a inundação da área, sendo a semeadura realizada aos 20 dias dessa operação, com a utilização de 120 kg ha⁻¹ de sementes do cultivar IRGA 419. A drenagem das parcelas foi efetuada 3 dias após a semeadura e a irrigação definitiva foi retornada posteriormente em dois dias, sendo a lâmina de água aumentada gradativamente, conforme o desenvolvimento da cultura.

A adubação de base, caracterizada pela aplicação dos fertilizantes potássicos e fosfatados, foi realizada em conformidade com os tratamentos propostos, utilizando-se 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos tratamentos com incorporação dos fertilizantes, essa operação foi realizada manualmente com enxada, logo após aplica-

ção destes. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações, uma no perfilhamento e a outra na diferenciação do primórdio floral, utilizando-se 45 kg ha⁻¹ de N em cada ocasião.

Por ocasião da drenagem, coletaram-se amostras de água em cada unidade experimental, com o objetivo de mensurar as perdas de nitrogênio, fósforo e potássio. A amostragem foi composta por três subamostras, representando a água da superfície, da parte média e da parte inferior da lâmina. As amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro (cor âmbar), previamente lavados com solução limpeza. Na safra de 2002/03, a determinação dos nutrientes foi realizada pelo Laboratório do Departamento de Química da UFSM, sendo o íon potássio (K⁺), quantificado por meio de Espectrometria de Absorção Atômica por chama; os íons fosfato (PO₄⁻³) e nitrato (NO₃⁻) com Cromatografia Iônica; e amônio (NH₄⁺), por meio de Espectrofotometria de Absorção Molecular. Nas demais safras, a determinação dos nutrientes foi realizada seguindo metodologia descrita por TEDESCO et al (1995). Ao considerar-se uma lâmina drenada de 0,10m de profundidade, observa-se que as concentrações determinadas em mg L⁻¹, correspondem exatamente à quantidade de nutriente perdida em kg ha⁻¹.

Além de nutrientes contidos na água de drenagem inicial, foi avaliada a produtividade na cultura do arroz irrigado. Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise conjunta, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

4 MANEJO DA ADUBAÇÃO E A PERDA DE NUTRIENTES

Observa-se, pela Tabela 2, que as quantidades de fósforo e nitrogênio retiradas do sistema, juntamente com a água da drenagem inicial, não foram influenciadas significativamente pelo momento e modo de aplicação dos fertilizantes, sendo quantificado na média dos 4 anos de estudo, 0,07 e 0,81 mg L⁻¹ de fósforo e nitrogênio total respectivamente. Para esses nutrientes, e considerando-se as normativas vigentes, as quantidades determinadas na água, em todos os anos de estudo, encontram-se abaixo dos níveis máximos

permitidos pela Portaria 05, de 1989, da Secretaria de Saúde e do Meio Ambiente (SSMA, 1989), que limita em 1 e 10 mg L⁻¹ respectivamente a concentração de fósforo e nitrogênio total para efluentes líquidos que possivelmente sejam lançados em corpos d'água. Por outro lado, os resultados encontrados para fósforo na média das safras de 2000/01 e 2001/02, situam-se acima do estabelecido pela Resolução n. 20, do CONAMA (1986) para águas de classe 1. Segundo essa resolução, os teores de fósforo não deveriam ser superiores a 0,025 mg L⁻¹.

Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental estabeleceu recentemente níveis recomendados de fósforo e nitrogênio total, para cada uma das regiões em que o País foi dividido, buscando reduzir problemas com excesso de nu-

trientes em corpos de água e fazendo inclusive distinções com relação ao tipo de manancial, tais como: lago, reservatórios, rios e riachos. Dessa forma, tais critérios são extremamente variáveis, pois consideram as particularidades de cada região, sendo utilizados não para regulamentar, mas, sim, para guiar os estados, sendo um ponto de partida para os padrões de qualidade de água (EPA, 2004). Analisando-se de forma geral, os valores recomendados para os distintos mananciais e nas diferentes regiões não excedem 0,128 mg L⁻¹ para fósforo total e 2,18 mg L⁻¹ para nitrogênio total, sendo na maioria das situações menores a esses referenciados. Para DANIEL et al. (1993), o limite de fósforo total na água não deve exceder 0,10 mg L⁻¹, preconizando a incorporação dos nutrientes ao solo para reduzir perdas.

Tabela 2. Quantidade de fósforo e nitrogênio perdidos na água de drenagem inicial nos distintos manejos da adubação de base no sistema pré-germinado de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2005.

| Safras | Manejos dos fertilizantes fosfatados e potássicos | | | | | | | Média |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | |
| Fósforo total (mg L ⁻¹ ou kg ha ⁻¹) | | | | | | | | |
| 2000/01 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 b ¹ |
| 2001/02 | 0,24 | 0,12 | 0,12 | 0,21 | 0,12 | 0,22 | 0,10 | 0,16a |
| 2002/03 | 0,021 | 0,009 | 0,022 | 0,005 | 0,001 | 0,011 | 0,002 | 0,01d |
| 2003/04 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02c |
| Média | 0,09 ^{ns} | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,05 | 0,07 |
| C.V.% | 37,6 | | | | | | | |
| Nitrogênio total (mg L ⁻¹ ou kg ha ⁻¹) | | | | | | | | |
| 2000/01 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 2001/02 | 1,45 | 1,78 | 1,53 | 1,13 | 1,04 | 1,91 | 2,01 | 1,55a |
| 2002/03 | 0,07 | 0,04 | 0,09 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07b |
| 2003/04 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Média | 0,76 ^{ns} | 0,92 | 0,81 | 0,59 | 0,56 | 0,99 | 1,04 | 0,81 |
| C.V.% | 81,4 | | | | | | | |

^{ns} Teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro;

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro, na comparação entre as safras;

-- Dados não-processados.

Para potássio, observa-se que na média dos 4 anos, uma menor quantidade foi carregada juntamente com a água da drenagem inicial, naqueles tratamentos em que a adubação de base foi realizada aos 10 e 30 dias após a semeadura, bem como no tratamento testemunha, indicando perdas maiores caso este esteja dissolvido ou em suspensão no momento da retirada da água (Tabela 3). Com isso, uma medida plausível, para reduzir a saída de potássio do sistema, consiste na aplicação dos fertilizantes potássicos posteriormente ao estabelecimento da cultura, quando o produtor adota o manejo de drenagem inicial.

Ainda para potássio, não se observaram diferenças para a perda de nutrientes via água de drenagem, entre os manejos de adubação realizados anteriormente a semeadura, estando os teores entre 3,16 a 4,05 mg L⁻¹ de potássio. Em contrapartida, nos tratamentos em que a adubação foi realizada posteriormente a semeadura ou mesmo não foi executada (testemunha), as concentrações de potássio na água situaram-se entre 2,34 e 2,54 mg L⁻¹, quantidades significativamente menores. Já para o fósforo, não se observou diferença estatística entre os tratamentos que precedem a semeadura (T1 a T4), com aqueles realizados posteriormente ao estabelecimento da cultura para com a perda deste. MARCHEZAN et al. (2001), em trabalho com manejos de adubação semelhantes, observaram que as perdas de nutrientes através da drenagem inicial

não foram afetadas pela incorporação ou não do fertilizante, mas apenas pela época de aplicação deste, sendo que a aplicação realizada 5 dias antes da semeadura, com ou sem incorporação, proporcionou maiores perdas, especialmente de potássio, que apresentou concentração de 9,55 mg L⁻¹

Com relação à saída de nutrientes do sistema, WEBER et al. (2003) demonstram que as perdas podem afetar a sustentabilidade da atividade e os autores relatam a necessidade de reduzi-las por meio do maior período de tempo entre adubação/preparo final do solo e a drenagem subsequente. Cabe salientar que o preparo da área foi realizado com solo não inundado. Nessa condição uma menor quantidade de solo entra em suspensão na lâmina de água, condicionando menor perda de nutrientes. Possivelmente se o preparo da área fosse realizado com lâmina de água, existiria mais sólidos em suspensão na água e as perdas de nutrientes seriam maiores do que os valores encontrados. Assim, a saída de água dos quadros, independente do momento e modo de execução da adubação de base, propicia a retirada de nutrientes do sistema que, por menores que sejam, podem provocar em longo prazo o empobrecimento do solo e a contaminação dos mananciais hídricos, devendo-se, com isso, buscar a combinação de manejos de água e adubação que permitam a produção sustentável de arroz.

Tabela 3. Quantidade de potássio perdido na água de drenagem inicial, nos distintos manejos da adubação de base no sistema pré-germinado de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2005.

| Safras | Manejos dos fertilizantes fosfatados e potássicos | | | | | | | Média |
|---------|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | |
| 2000/01 | 3,65 | 3,65 | 5,7 | 4,7 | 2,85 | 2,85 | 3,35 | 3,82a |
| 2001/02 | 2,90 | 2,85 | 2,95 | 3,05 | 2,65 | 2,50 | 1,40 | 2,61b |
| 2002/03 | 3,03 | 2,47 | 2,74 | 3,51 | 1,07 | 1,56 | 1,58 | 2,28b |
| 2003/04 | 4,2 | 3,7 | 3,9 | 4,9 | 2,8 | 3,25 | 3,05 | 3,68a |
| Média | 3,44 a* | 3,16 ab | 3,82 a | 4,05 a | 2,34 b | 2,54 b | 2,34 b | 3,10 |
| C.V.% | 34,7 | | | | | | | |

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro, na comparação entre os manejos de adubação;

[†]Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro, na comparação entre as safras.

Estas perdas também podem ser evitadas, através do manejo da água de irrigação, com manutenção de lâmina contínua, desde a inundação da área (MARCHEZAN et al. 2004). As variações observadas entre as safras com relação à perda de nutrientes, além das influências ambientais de cada ano, podem estar associadas à metodologia de quantificação, especialmente para fósforo e nitrogênio na safra de 2002/03.

5 MANEJO DA ADUBAÇÃO E A PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO

Os manejos de adubação testados, na média dos 4 anos, não influenciaram a produtividade do arroz irrigado, obtendo-se média de 6960 kg ha⁻¹, com variações entre 4594 kg ha⁻¹, na safra com menor produtividade até 9516 kg ha⁻¹ na mais produtiva (Tabela 4).

Os resultados sugerem a realização da adubação de base no sistema pré-germinado após a semeadura e/ou o estabelecimento da cultura, especialmente com relação ao potássio, a fim de reduzir a saída desse nutriente quando da drenagem inicial. Além disso, a realização da adubação de base, aliada à elevação da temperatura, propiciam condições favoráveis ao desenvolvimento de algas (DIAS-PULIDO & MCCOOK, 2004) que dificultam o estabelecimento das plântulas, especialmente quando estas ocorrem antes de ser e-

fetuada a semeadura ou na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Como sugestão e buscando reduzir custos de operacionalização, uma prática, que pode ser adotada, se refere à execução da adubação de base juntamente com a primeira adubação nitrogenada de cobertura. Por outro lado, verificou-se que as quantidades de fósforo e potássio fornecidas não elevaram os níveis de produtividade, uma vez que o tratamento-testemunha obteve comportamento semelhante àqueles com utilização da adubação. Da mesma forma, MACHADO & FRANCO (1995) avaliando a eficiência do parcelamento da adubação potássica para com a produtividade do arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado, não observaram incremento de produtividade com a utilização desse nutriente. CASTILHOS et al. (2002), buscando explicar a ausência de resposta à adubação potássica pela cultura do arroz irrigado, estudaram a contribuição da mineralogia como fonte potencial desse nutriente e identificaram, minerais primários e secundários que contêm potássio e podem disponibilizá-lo. Ainda, CASTILHOS & MEURER (2002), avaliando o suprimento de K em solos cultivados com arroz irrigado por alagamento, concluem que o K trocável não é a única forma do elemento no solo capaz de nutrir as plantas, havendo contribuição de formas de K não-trocável, que podem explicar a falta de resposta a esse nutriente em experimentos de campo.

Tabela 4. Produtividade (kg ha⁻¹) em razão dos manejos da adubação de base no sistema pré-germinado de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2005.

| Safras | Manejos dos fertilizantes fosfatados e potássicos | | | | | | | Média |
|---------|---|------|------|------|------|------|------|--------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | |
| 2000/01 | 6738 | 6694 | 6790 | 6694 | 6787 | 6573 | 6180 | 6637c* |
| 2001/02 | 4158 | 4082 | 4511 | 4506 | 4811 | 5338 | 4751 | 4594d |
| 2002/03 | 7428 | 7182 | 6948 | 7462 | 6964 | 7015 | 6666 | 7095b |
| 2003/04 | 9205 | 9686 | 9906 | 9745 | 9582 | 9245 | 9241 | 9516a |
| Média | 6822 ^{ns} | 6911 | 7039 | 7102 | 7036 | 7042 | 6709 | 6960 |
| C.V.% | 8,9 | | | | | | | |

^{ns} Teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro;

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, na comparação entre as safras;

Para fósforo, quando um solo é submerso e as condições de redução são estabelecidas, ocorre um aumento da sua concentração na água, bem como na sua disponibilidade, o que talvez explique a baixa ou, até mesmo, a falta de resposta do arroz irrigado à aplicação desse nutriente ao solo (GUILHERME et al. 2000), conforme observado para os níveis de produtividade do presente trabalho.

Notadamente, observam-se variações nos parâmetros produtivos no decorrer das safras, variações essas que estão fortemente atreladas às condições climáticas. Na safra de 2002/03, ocorreram dois temporais em final de fevereiro, com alta intensidade de chuvas e ventos de até 120 km h⁻¹ que provocaram o acamamento de plantas e reflexos negativos à produtividade, apesar dos valores obtidos (7095 kg ha⁻¹). Na safra de 2001/02, a ocorrência de acamamento foi decisiva para a obtenção da menor produtividade entre os anos de estudo, ocasião em que mais de 61% das plantas acamaram, comprometendo também o pleno enchimento dos grãos. Em contrapartida, na safra de 2003/04, obteve-se a maior produtividade, sendo esta decorrente de fatores climáticos favoráveis, tais como: elevada radiação e ausência de temperaturas baixas nas fases críticas, que propiciaram condições de pleno desenvolvimento a cultura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o sistema pré-germinado de cultivo de arroz irrigado, a drenagem inicial proporciona perda de fósforo, potássio e nitrogênio, independentemente do momento da aplicação e da incorporação ou não da adubação de base.

As perdas de potássio são influenciadas pelo manejo da adubação, sendo menores quando a adubação é realizada após a semeadura da cultura, depois da drenagem inicial.

A produtividade do arroz irrigado não é influenciada pelo momento e modo de realização da adubação fosfatada e potássica, mas se sugere a aplicação destes após a execução da drenagem inicial, a fim de reduzir as perdas de potássio.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAME, L.F.S.; IOCHPE, B.; ROSA, S.M.da; MIRANDA, T.L.G.de. Lixiviação de íons em solo cultivado com arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 203-208. 1992.

CASTILHOS, R.M.; MEURER, E.J.; KÄMPF, N.; PINTO, L.F.S. Mineralogia e fontes de potássio em solo no Rio Grande do Sul cultivados com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 579-587, 2002.

CASTILHOS, R.M.V.; MEURER, E.J. Suprimento de potássio de solo do Rio Grande do Sul para arroz irrigado por alagamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 977-982, 2002.

CHEUNG, K.C.; POON, B.H.T; LAN, C.Y.; WONG, M.H. Assessment of metal and nutrient concentrations in river water and sediment collected from the cities in the Pearl River Delta, South China. **Chemosphere**, v. 52, p. 1431-1440. 2003.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Safras. Séries Históricas. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acessado em: 22 de novembro de 2004.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 20, de 18 de julho de 1986. Publicado no DOU de 30/07/1986.

DANIEL, T.C., EDWARDS, D.R. & SHARPLEY, A.N. Effect on extractable soil surface phosphorus on runoff water quality. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 36, n. 4, p. 1079-1085, 1993.

DAVIDE, V.; PARDOS, M.; DISERENS, J.; UGAZIO, G.; THOMAS, R.; DOMINIK, J. Characterisation of bed sediments and suspension of the river Po (Italy) during normal and high flow conditions. **Water Research**, v. 37, p. 2847-2864. 2003.

DIAZ-PULIDO, G.; MCCOOK, L.J. Effects of nutrient enhancement on the fecundity of a coral reef macroalga. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Article in press. 2004.

EPA, Environmental Protection Agency. Clean Water Act. Water Science. **Water Quality Criteria. Nutrients.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/waterscience/criteria>> Acessado em: 3 de dezembro de 2004.

GUILHERME, L.R.G.; CURI, N.; SILVA, M.L.N.; RENÓ, N.B.; MACHADO, R.A.F. Adsorção de fósforo em solo de várzea do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 27-34, 2000.

HERNÁNDEZ, J.; MEURER, E.J. Disponibilidade de fósforo em seis solos do Uruguai afetada pela variação temporal das condições de oxirredução. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p.19-26, 2000.

MACHADO, M.O.; FRANCO, J.C.B. Parcelamento da adubação potássica em arroz pré-germinado, no solo Pelotas (Planossolo). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21; 1995. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 1995. p. 177-180.

MARCHEZAN, E.; CAMARGO, E.R.; LOPES, S.I.G.; MACHADO, F.M.dos; MICHELON, S. Desempenho de genótipos de arroz irrigado cultivados no sistema pré-germinado com inundação contínua. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1349-1354. 2004.

MARCHEZAN, E.; MACHADO, S.L.O.; RIGHES, A.A.; SANTOS, F.M.dos; SEGABINAZZI, T. Perda de nutrientes na água de drenagem inicial na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7, 2002. Florianópolis, SC. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 680-683.

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

SARPLEY, A.; FOY, B.; WITHERS, P. Practical and innovative measures for the control of agricul-

tural phosphorus losses to water: an overview. **Journal of Environmental Quality**, v. 29, n. 1, p.1-9. 2000.

SILVA, L.S.da; SOUSA, R.O.de; BOHNEN, H. Alterações nos teores de nutrientes em dois solos alagados, com e sem plantas de arroz. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 487-490. 2003.

SSMA, Secretaria da Saúde e Meio Ambiente. Portaria n. 05/89 de 16 de março de 1989. Aprova a Norma Técnica que dispõem sobre critérios e efluentes líquidos... **Diário Oficial**, Porto Alegre, 29 de março de 1989.

TEDESCO, M.J. GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico de solos, 5).

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**, v. 33, n. 1, p. 27-33. 2003.

ASPECTOS DE RIZIPISCICULTURA¹

Marchezan, E.², Golombieski, J. I.³, Santos, F. M.⁴, Teló, G. M.⁵

1 INTRODUÇÃO

A rizipiscicultura é o cultivo de arroz irrigado e peixes na mesma área. Pode ser realizado o cultivo consorciado de arroz e peixes ou o cultivo de peixes apenas na entressafra do arroz. É um sistema de produção sustentável que reduz o uso de agrotóxicos e de máquinas para o preparo do solo, proporcionando aumento de renda na propriedade (Cotrim et al, 2001). Esse sistema de produção de arroz e peixes na mesma área, constitui-se numa proposta de transição entre uma agricultura com uso intensivo de insumos e uma agricultura onde, pela presença de peixes na área, no momento de cultivo de arroz, não se utiliza determinados agrotóxicos na lavoura. O menor uso de agrotóxicos é proporcionado pelos peixes que auxiliam na redução de determinadas pragas e plantas daninhas (Cotrim et al, 2001; Sato, 2002).

No entanto, é necessário associar outras práticas de manejo para que o sistema apresente melhores resultados. Para Marchezan et al. (2003), o controle de plantas daninhas de folhas

estreitas em rizipiscicultura deve ser realizado através da associação com o manejo da irrigação, pois apenas os peixes não exercem o controle desejado. Espécies de plantas daninhas de folhas largas, desenvolvem-se mais intensamente no sistema, e neste caso, há necessidade de controle químico.

Outro item de redução de custos de produção é o preparo do solo exercido pelos peixes que, se estiverem em número e tamanho suficientes, executam o renivelamento da superfície do terreno. Neste caso, não há necessidade de preparo da área para estabelecimento do arroz no sistema pré-germinado, a partir do segundo ano de cultivo de arroz e peixes. Entretanto, este não é um sistema que possa ser utilizado em todas as áreas de cultivo de arroz. O sistema destina-se para determinado segmento de produtores. Para tanto, é necessária a adequação da área, como a construção de refúgios para os peixes, além da área ter que estar nivelada em sua superfície (sistematizada). No momento, esse sistema é mais utilizado em pequenas propriedades,

Índice

| | |
|--|----|
| 1 Introdução..... | 1 |
| 2 Caracterização do sistema..... | 2 |
| 3 Alguns resultados sobre rizipiscicultura no mundo..... | 3 |
| 4 Alguns resultados obtidos no Brasil..... | 4 |
| 5 Considerações finais..... | 9 |
| 6 Referências bibliográficas..... | 10 |

¹ Trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzeas com auxílio do CNPq e FAPERGS.

² Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisador do CNPq. 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br.

³ Bióloga, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM. Bolsista CNPq.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM. Bolsista CNPq.

⁵ Acadêmico da Graduação em Agronomia da UFSM. Bolsista FAPERGS.

em áreas que não sofrem inundação e não possuem forte pressão de predadores naturais como garças, biguás, lontras, jacarés, bem-te-vis, entre outros.

Esta é uma proposta de manejo sustentável do sistema, mas que possui algumas exigências sendo que sua utilização ocorre em determinado segmento de propriedades rurais. Assim, com essa abordagem pretende-se caracterizar o sistema e apresentar alguns resultados disponíveis sobre o assunto.

2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

Para o cultivo consorciado de produção de arroz e peixes (rizipiscicultura), há necessidade de adequação da área. Primeiramente, deve-se escolher as partes mais altas da várzea, a fim de facilitar o manejo da água e evitar inundações. Posteriormente, faz-se o nivelamento do terreno (sistematização da área), que normalmente é deixada com uma pequena declividade, para facilitar a retirada da água no momento da colheita do arroz e a condução dos peixes para o refúgio. O refúgio é construído no sentido de maior comprimento da taipa, e constitui-se numa área onde a água é mais profunda (cerca de 70 a 100 cm) e destina-se à proteção dos peixes contra predadores e equilíbrio de temperaturas. Este é o local onde se realiza a alimentação dos peixes, estocagem dos alevinos por curtos períodos e também a despesca. A área de refúgio deve perfazer cerca de 5% da área do quadro.

Ainda em relação à adequação da área para rizipiscicultura, faz-se um reforço nas taipas dos quadros, de modo que a altura da lâmina de água possa atingir cerca de 60 cm após a colheita do arroz. É fundamental ter-se o controle da entrada e saída de água dos quadros, pois pode ser necessário fazer a água circular nos quadros para melhorar parâmetros de qualidade de água.

As espécies de peixes escolhidas para o sistema de rizipiscicultura, devem apresentar diferentes hábitos alimentares, para um melhor aproveitamento da área. Cotrim et al, (2001) preconiza a utilização das seguintes espécies: carpa húngara, carpa capim, carpa cabeça grande e carpa prateada, nas proporções de 70, 20, 5 e

5% respectivamente. No entanto, outras espécies e proporções poderão ser utilizadas dependendo do local de cultivo. A carpa húngara, também chamada de carpa comum, é a espécie fundamental neste sistema, pois é ela que realiza o “preparo do solo”, movimentando-o à procura de alimentos, como sementes, insetos, pequenos moluscos, entre outros.

Com relação à época de colocação dos alevinos na lavoura, pode-se citar dois momentos: o primeiro, por ocasião da semeadura do arroz, que alguns autores denominam de ciclo completo e, o segundo, após a colheita, chamado de período da entressafra do arroz.

Já quanto ao manejo da lavoura de arroz, há algumas modificações necessárias. Uma delas refere-se ao sistema de cultivo do arroz adotado, em que se utiliza o pré-germinado. Outro aspecto é a altura da lâmina de água, que deve ser um pouco mais profunda do que a área cultivada apenas com arroz, para que os peixes possam se movimentar dentro do quadro. O manejo da irrigação é decisivo para uma menor utilização de defensivos agrícolas, pois a manutenção de lâmina de água durante todo o período da rizipiscicultura exerce controle sobre plantas daninhas de folhas estreitas, que se constituem no principal custo de controle de invasoras. Entretanto, para executar esse manejo, deve existir um perfeito nivelamento da superfície da área. Após a colheita do arroz, deve-se elevar o nível da água nos quadros, de modo que os peixes possam percorrer toda a área, a fim de que executem o “preparo da área” pela minimização dos rastros deixados pela máquina colhedora, bem como a destruição da resteva do arroz. É importante lembrar que se a água for pouco profunda, os peixes tornam-se presas fáceis para os predadores, especialmente as aves.

Outro aspecto interessante no planejamento da área com rizipiscicultura é a construção de tanques suplementares na propriedade, que são utilizados como estocagem temporária de alevinos até serem colocados na lavoura de arroz ou tanques de recria para os peixes que não atingiram tamanho de abate, ao serem retirados dos quadros de rizipiscicultura. Dessa forma, pode-se fazer o ciclo completo dos peixes na propriedade,

realizando-se a terminação destes e, com isso, proporcionar rentabilidade ao agricultor.

3 ALGUNS RESULTADOS SOBRE RIZIPISCICULTURA NO MUNDO

No continente asiático, o sistema de rizipiscicultura é bastante utilizado em razão da grande procura por alimentos, pelo aumento populacional, com a necessidade de melhor utilização dos recursos do solo e conservação da água (Mohanty et al., 2003). Nos países asiáticos, as carpas (*Cyprinus carpio*) carpa comum e *Puntius gonionotus* (carpa herbívora) são as espécies tradicionalmente preferidas para cultivo, seguida da tilápia (*Oreochromis niloticus*), espécie alternativa por ser um peixe barato para se criar, além de bastante palatável, proporcionando altos rendimentos (Rothuis et al., 1998 a). Os peixes são considerados o principal fator no controle de insetos vetores, especialmente em áreas com grande incidência de pragas. Moluscos (caramujos) podem ser também reduzidos em fazendas com peixes (Fernando & Halwart, 2000; Halwart et al., 1996).

Para Rothuis et al. (1998 b) o sucesso na produção de peixes em rizipiscicultura no Vietnã, depende da combinação de fatores como a mortalidade dos peixes e da fuga dos alevinos estocados na lavoura de arroz. No entanto, McKay (1995) evidencia que, em muitos estudos associados ao cultivo de peixes, houve um aumento no rendimento do arroz de 5 a 30%, proporcionando para o agricultor uma segunda fonte de renda na propriedade mediante a venda dos peixes. Um importante fator no aumento das áreas com rizipiscicultura na Ásia está no lucro alcançado, por causa da diminuição no uso de fertilizantes e agrotóxicos.

Haroon & Pittman (1997) conduziram experimentos em Bangladesh para avaliar a sobrevivência, crescimento, produção de carpa herbívora e tilápia e rendimento da lavoura arrozeira. No primeiro ano (1994), tratamentos com carpa herbívora pequenas (2,5-2,9 g) e grandes (10,5-11,7 g) foram utilizados com densidade de povoamento de 7.500 alevinos ha^{-1} . No segundo ano (1995), utilizaram-se tilápias pequenas (2,9-3,5 g) e grandes (28,2-33 g). Como resultados, carpas

herbívoras pequenas mostraram ser melhores para o povoamento em lavouras arrozadeiras, porque aumentam a sobrevivência, crescimento e alimentam-se de plantas aquáticas, sendo mais eficientes do que tilápias. Porém, o rendimento de carpa herbívora pequena permaneceu em torno de 50 kg ha^{-1} , e para tilápias grandes acima de 320 kg ha^{-1} .

Rothuis et al. (1998 c) mostrando análises de estudos com rizipiscicultura explicam que a integração de peixes com arroz aumentou o rendimento do arroz de 4,6 a 28,6%, efeito esse que pode ser atribuído ao controle executado pelos peixes às plantas daninhas e pragas, e a um aumento na disponibilidade de nutrientes do solo. Mohanty et al. (2003) em trabalho desenvolvido na Índia, demonstraram que houve um aumento no rendimento do arroz sob a integração arroz-peixe de 7,9-8,6% em relação à testemunha (arroz sem peixes).

Rothuis et al (1998 c) realizaram experimentos para investigar a interação entre a combinação de espécies de peixes, produção de arroz e o ambiente da cultura de arroz em relação à ecologia alimentar de carpas herbívora (*Puntius gonionotus*) e comum (*Cyprinus carpio*), e tilápia (*Oreochromis niloticus*), na densidade de povoamento de 20.000 alevinos ha^{-1} (2 g). Os peixes foram confinados nos refúgios por 15 dias e suplementados com farelo de arroz (10% biomassa/dia). O tratamento que produziu maior quantidade de peixes foi aquele que possuía 80% de carpa herbívora, 13% de carpa comum e 7% de tilápia, com 494 kg ha^{-1} de peixes. Já com relação à produtividade do arroz não houve diferença entre os tratamentos com e sem peixes, ficando na média de 2817 kg ha^{-1} . Esses autores concluem que a tilápia e carpa comum ocupam basicamente o mesmo nível trófico na cadeia alimentar, não existindo, portanto vantagens em cultivar as duas espécies juntas na rizipiscicultura. Já a carpa herbívora pode ajudar no controle de plantas daninhas submersas na lavoura, mas o maior componente dessa dieta consiste de material de plantas do arroz e grãos acessíveis.

Em outros experimentos realizados por estes autores com rizipiscicultura (Rothuis, et al., 1998d), na presença dessas espécies (14% de tilápia – 69,6 g; 78% carpa herbívora – 18,4 g e

8% carpa comum – 27,1 g) com 4000 alevinos ha^{-1} , entrando para a área com arroz 17 DAS (dias após a semeadura), mostram sobrevivência média das espécies de peixes de 84, 82 e 72 % respectivamente, em consequência do tamanho dos alevinos, minimizando assim as perdas pelo ataque de predadores (Rothuis et al., 1999). Na densidade de semeadura de 100 kg ha^{-1} , o rendimento do arroz foi de 5.550 kg ha^{-1} , e a produtividade de peixes de 248,1 kg ha^{-1} .

Vromant et al. (2002) também realizaram trabalhos no Vietnã com alevinos confinados nos refúgios por 20 DAS e suplementados com farelo de arroz fino (40%), farelo de arroz bruto (30%) e *Ipomoea aquatica* (30%). A percentagem de sobrevivência da tilápia foi de 61% e de carpa herbívora 78%. Para esses autores a intensificação na cultura de peixes em lavouras de arroz pode resultar em um alto desempenho no crescimento do peixe por causa da alimentação extra, e fertilização inorgânica que podem trazer efeitos positivos na taxa de crescimento dos peixes, pela alta produtividade primária nos tanques (produção de plâncton). Porém, deve-se ter cuidado nas quantidades utilizadas, pois esse pode ser um alimento disponível para os peixes, mas afetar negativamente os níveis de oxigênio dissolvido no ambiente aquático.

Mohanty et al. (2003) conduziram experimentos na Índia, com larvas de carpas (*Catla catla*-30%, *Labeo rohita*-30%, *Cirrhinus mrigala*-15%, *Cyprinus carpio*-15%) e pós larvas de camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*-10%) estocados nos refúgios com densidades de povoamento para o primeiro, segundo e terceiro ano, de 15.000, 25.000 e 35.000 larvas ha^{-1} respectivamente por 120 dias. Os peixes foram suplementados nesse período com farelo de arroz e pasta de amendoim, com as seguintes percentagens de peso vivo: 10% no primeiro mês, 8% no segundo, 6% no terceiro e 4% no quarto mês, até a colheita do arroz. O rendimento de grãos de arroz (lâmina d'água de 15 cm) foi de 3.629 kg ha^{-1} e a produtividade dos peixes de 906, 1.036 e 984 kg ha^{-1} , de acordo com as três densidades de povoamento de peixes utilizadas respectivamente. De acordo com os resultados, a densidade de povoamento de peixes não precisa ultrapassar

25.000 larvas ha^{-1} , em razão das semelhanças de resultados obtidos.

4 ALGUNS RESULTADOS OBTIDOS NO BRASIL

A rizipiscicultura no Brasil obteve seus primeiros registros na região Nordeste com o programa da Codevasp e, na Região Sul, no programa “Pró-várzeas” do Governo Federal que objetivava a sistematização de áreas de várzeas e consequente utilização pela cultura do arroz irrigado. No início da década de 80, foi testada a técnica no sul de Santa Catarina e norte do Rio Grande do sul, porém, pela baixa produtividade de peixes em consequência da utilização de espécies inadequadas, como carpa comum e tilápias, bem como pelos altos valores que o arroz propiciava, desestimulou as atividades (Cotrim, 2001).

A partir de 1995, pela grande procura de produtores e técnicos por opções para reduzir custos da lavoura arrozeira, técnicos da EMATER/RS resolveram avaliar resultados da rizipiscicultura para a formulação de um pacote tecnológico para a atividade. A EMATER/RS iniciou um projeto pioneiro no Estado e em parceria com produtores do município de Santo Antônio da Patrulha (RS), realizou um experimento com quatro possibilidades de manejo do sistema arroz-peixe, sendo as densidades de povoamento de peixes de 3.000 e 5.000 alevinos ha^{-1} (5 cm) e com e sem suplementação alimentar (a base de ração). Foi utilizado o sistema pré-germinado de cultivo do arroz e os peixes foram colocados 30 DAS. O tamanho de cada quadro utilizado foi de 1,2 ha e as espécies de peixes foram escolhidas de acordo com seus hábitos alimentares, sendo utilizado o policultivo de carpas: 70% carpa húngara (*Cyprinus carpio*), espécie de hábito alimentar omnívoro (ingerindo sementes, minhocas, insetos, pequenos moluscos, etc.) que removem o solo a procura de alimento; 20% carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) espécie de hábito alimentar herbívoro, responsável pela eliminação da resteva durante o inverno; 5% carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*), hábito alimentar zooplancófaga e de 5% carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) hábito alimentar fitoplancófaga. Essas duas

espécies chamadas de filtradoras, alimentam-se de algas e microcrustáceos que se formam pela presença de nutrientes, calor e luz dando à água coloração esverdeada. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 1. A interpretação dos resultados realizada pelos técnicos da EMATER, demonstrou retorno econômico na área onde não se utilizou suplementação alimentar. No entanto, os peixes tratados com ração atingiram peso de abate ao serem retirados da lavoura, o que se constitui numa vantagem interessante para ser considerada. Todo o pescado produzido na propriedade foi vendido para pesque-pagues. Os resultados demonstram também que os peixes elaboraram eficientemente o “preparo do solo” e consumiram a resteva do arroz que foi o objetivo inicial deste trabalho. A perda na quantidade de peixes variou de 50 a 70%, em razão de predadores como aves e cobras.

Sato (2002) *trabalhou* no estado de Santa Catarina, utilizando o policultivo de alevinos de carpas: carpa capim (CC) (*Ctenopharyngodon idella*) (2,7 g), carpa húngara (CH) (*Cyprinus carpio*) (1,9 g) e tilápia (TI) (*Oreochromis niloticus*) (0,88 g), testando duas densidades de povoamento de peixes: 15.000 e 30.000 alevinos ha^{-1} e três proporções de espécies: T1 – 8% CC, 46% CH e 46% TI; T2 – 8% CC, 32% CH e 60% TI; T3 – 8% CC, 60% CH e 32% TI, sendo seis tratamentos, com a utilização de suplementação alimentar oferecida diariamente (ração 28%PB, 10% biomassa). Foram adicionados os tratamentos testemunha (sem peixe) e sem suplementação alimentar. A lavoura foi povoada com os peixes aos 27 DAS sendo que a quantidade de semente utilizada foi de 80 kg ha^{-1} e a cultivar E-PAGRI 108.

Nesse trabalho, a produtividade média do arroz nos locais com peixes foi de 5.166 kg ha^{-1} e na testemunha 4.201 kg ha^{-1} . Já na avaliação de

plantas daninhas, não houve infestação nas parcelas com peixes, enquanto que nas parcelas sem peixes foram identificadas dez espécies: grama boiadeira (*Luziola peruviana*), capim arroz (*Echinocloa colonum*), chapéu de couro (*Sagittaria montevidensis*), cuminho (*Fibristylus miliacea*), aguapé (*Heteranthera reniformes*), erva-jacaré (*Alternanthera phyloxeroides*), junquinho ou barba de bode (*Eleocharis* sp), aguapezinho (*Sagittaria guyanensis*) e capim branco (*Brachiaria multica*). A produtividade de peixes foi maior no tratamento com maior número de tilápias (T2) e 30.000 alevinos ha^{-1} , chegando a 1.451 kg ha^{-1} de peixes. A menor produtividade foi obtida nos tratamentos sem suplementação alimentar (492 kg ha^{-1}). A média geral de sobrevivência dos peixes foi de 65 %. O peso médio individual por espécies foi de 140 g para carpa capim, 70 g para carpa húngara e 68 g para tilápia. Assim, este autor conclui que a introdução de peixes na lavoura arrozeira aumenta a produtividade do arroz, embora o peixe não controle satisfatoriamente a bicheira da raiz, ele controla plantas daninhas, e a densidade de 30.000 alevinos ha^{-1} demonstrou ser a melhor.

Carmona (2002) realizou experimentos no município de Santo Antonio da Patrulha (RS) no ano agrícola 2000/01, em uma área com quatro anos de rizipiscicultura (4.000 alevinos ha^{-1} ; espécies: carpa húngara, carpa capim, carpa prateada e carpa cabeça grande, em 70, 20, 5 e 5 % de percentagem de povoamento, respectivamente), utilizando duas cultivares de arroz irrigado (IRGA 417 e IRGA 419), três densidades de semeadura (70, 150 e 230 kg ha^{-1}) e três níveis de nitrogênio (40, 80 e 160 kg ha^{-1}). Esse autor concluiu que a fertilidade e a concentração de raízes na camada mais superficial do solo (0-5 cm) são maiores em relação à camada de 5,1-15 cm, em

Tabela 1. Resultados e rizipiscicultura obtidos em Santo Antônio da Patrulha (RS), 1997.

| Área | Densidade de alevinos ha^{-1} | Suplementação Alimentar | Nº de peixes des-pescados ha^{-1} | Peso total de peixes ha^{-1} |
|-----------|--|-------------------------|--|---------------------------------------|
| Quadro 1 | 5000 | Sim | 1.453 | 1.503 |
| Quadro 2d | 3000 | Sim | 1.488 | 1.608 |
| Quadro 3 | 5000 | Não | 2.045 | 710 |
| Quadro 4 | 3000 | Não | 935 | 656 |

* Adaptado de Folheto da EMATER/RS (1997)

área com rizipiscicultura. A elevação da densidade de semeadura na cultivar IRGA 417 resulta em aumento no rendimento de grãos de arroz e no acamamento de plantas. Já na cultivar IRGA 419, não há efeito do aumento da densidade de semeadura sobre esses parâmetros. Independente da cultivar e da densidade de semeadura, o rendimento de grãos de arroz irrigado e o acamamento de plantas não foram afetados pela adubação nitrogenada.

Marchezan et al. (2005), em experimentos conduzidos de 2001/02 a 2003/04 em Santa Maria (RS), utilizaram os seguintes tratamentos: duas densidades de povoamento dos peixes: 6000 e 3000 alevinos ha^{-1} e três épocas de colocação: na semeadura, 20 DAS e após a colheita do arroz. As proporções de peixes utilizadas foram: 60% de carpa húngara (*Cyprinus carpio*), 20% de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), 5% de carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*), 5% de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e 10% de jundiá (*Rhamdia quelen*). Os alevinos apresentavam comprimento aproximado entre 5 a 10 cm quando colocados na área. No ano de 2003/04 a percentagem de 10% de jundiá foi repassada para carpa húngara. O sistema de cultivo utilizado foi o pré-germinado e a cultivar foi IRGA 419, na densidade de 120 kg ha^{-1} . As unidades experimentais constituiriam-se de 480 m^2 (40m x 12m) com uma área de refúgio de 5,8% (0,70m x 0,50m) da área total da parcela. Após a retirada dos peixes, aplicou-se cal virgem (óxido de cálcio) somente na área do refúgio (para desinfecção), na proporção de 7000 kg ha^{-1} . O nivelamento da superfície do solo nas unidades experimentais foi completado manualmente, antes da semeadura do arroz de cada ano, pois os peixes não deixaram a área em condições plenas para o estabelecimento do arroz no sistema pré-germinado. Após, aplicou-se calcário dolomítico na proporção de 1000 kg ha^{-1} , a fim de manter níveis adequados de qualidade da água para os peixes. Nos três anos de condução do experimento, não foi utilizado herbicida para o controle de gramíneas, sendo o controle dessas plantas daninhas realizado pela lâmina da água, pois utilizou-se manejo de lâmina contínua da água. Por causa desse manejo de irrigação, foi necessário

controlar apenas plantas daninhas de folhas largas e ciperáceas. Um fator extremamente importante, que deve ser levado em consideração na rizipiscicultura, é o tamanho dos alevinos a serem colocados nas parcelas, pois quando estes são menores que 5 cm, nadam lentamente, tornando-se alvos fáceis para seus predadores, possuindo com isso, um baixo nível de sobrevivência.

A média de rendimento de arroz para os 3 anos experimentais foi de 6.338 kg ha^{-1} (Tabela 2) e não houve interferência nem da densidade de peixes e nem da época de colocação dos peixes no rendimento do arroz irrigado. Na safra 2002/03, pela grande quantidade de chuvas associada, a fortes ventos, que ocorreram cerca de 100 dias após a emergência do arroz, obteve-se menor produtividade, provocada por um acentuado acamamento das plantas. Assim, como a produção de arroz não é afetada pela presença de peixes na lavoura, o valor obtido com a produção de peixes, descontados os custos de sua produção, constitui-se em um acréscimo de renda. No entanto, este é um cálculo que ainda precisa ser melhor trabalhado.

A produção total média de peixes no experimento nesses 3 anos foi de 429 kg ha^{-1} (Tabela 3), sendo a produtividade média da carpa húngara de 238 kg ha^{-1} superior as demais espécies, pela maior proporção desta. A carpa capim obteve produtividade de 92 kg ha^{-1} , seguida da carpa cabeça grande 38 kg ha^{-1} e da carpa prateada 28 kg ha^{-1} .

Na Tabela 4, está demonstrada a percentagem de sobrevivência dos peixes, e a Tabela 5 apresenta o número de peixes retirados da área antes da realização da nova semeadura do arroz. A Tabela 6 apresenta o peso das diferentes espécies no momento da despesca.

A sobrevivência média das espécies variou de 31 a 61% nos três anos de condução do experimento. É importante ressaltar que a sobrevivência dos peixes, na rizipiscicultura, depende de diversos fatores, podendo-se citar entre eles: o tamanho dos peixes na época de colocação nas parcelas, a localização da área, a quantidade da espécies de predadores, e o manejo da água após a colheita, por causa da presença de palha

em decomposição. Os parâmetros referentes ao número de peixes retirados e o peso destes são importantes para o destino deles após a despesca, já que podem não apresentar peso para o abate. Considerando a maior percentagem de povoamento da carpa húngara no experimento, essa espécie apresentou maior peso no primeiro ano agrícola, pela maior disponibilidade de alimento na área que não havia sido utilizada até o momento com o sistema de rizipiscicultura.

Assim, a análise, apenas da produção de peixes obtida em rizipiscicultura, não é a maneira mais correta de interpretar a contribuição desse sistema de produção de peixe com arroz, pois é nesse período em que eles se encontram na lavoura de arroz, que ocorrem as maiores perdas de peixes, e o crescimento deles é pequeno. Quando são retirados da lavoura de arroz, as perdas são bem menores, pois os peixes estão com tamanho maior.

Marchezan et al (2005) concluem que a produção de arroz irrigado não foi afetada pela presença de peixes na mesma área; as espécies de peixes cultivadas apresentaram maior taxa de sobrevivência quando colocadas após a colheita do arroz, e não houve diferença significativa entre as densidades de povoamento de 3.000 e 6.000 alevinos ha^{-1} . Porém, sugere-se colocar 6.000 a-

levinos ha^{-1} , a fim de minimizar as perdas com predadores.

De acordo com esses autores, os resultados indicam que é possível produzir arroz com a presença de peixes na área sem afetar a produtividade do arroz que é a atividade principal. O que for produzido de peixes nesse período é acréscimo de renda da propriedade, depois de descontados os custos. No entanto, para produzir tais peixes o produtor tem que evitar o uso de determinados agrotóxicos que podem afetar a sobrevivência e/ou a qualidade da carne destes.

Golombieski et al. (2004, no prelo), demonstraram que as características físico-químicas da água (temperatura, pH, dureza, alcalinidade, amônia e nitrito) não afetam o crescimento e o desenvolvimento dos peixes no consórcio com arroz irrigado, pois estes são mantidos em níveis considerados adequados para a composição das espécies (60% de carpa húngara, 20% de carpa capim, 10% de jundiá, 5% de carpa prateada e 5% de carpa cabeça grande) exceto oxigênio dissolvido e transparência da água, que em alguns períodos mantêm-se um pouco mais baixos (Tabela 7).

Tabela 2. Rendimento de arroz irrigado (kg ha^{-1}) nos três anos agrícolas. Santa Maria, 2005.

| Ano agrícola | Rendimento |
|--------------|------------|
| 2001/02 | 7.619 |
| 2002/03 | 5.052 |
| 2003/04 | 6.344 |
| Média | 6.338 |

* Adaptado de Marchezan et al.(2005)

Tabela 3. Produção total de peixes (kg ha^{-1}) nos 3 anos agrícolas. Santa Maria, 2005.

| Ano | C. húngara | C. capim | C.prateada | C.C.Grande | Jundiá | TOTAL |
|----------|------------|----------|------------|------------|--------|-------|
| 2001/02 | 261 | 75 | 35 | 30 | 31 | 432 |
| 2002/03 | 208 | 29 | 20 | 52 | 67 | 376 |
| 2003/04* | 245 | 173 | 28 | 33 | - | 479 |
| Média | 238 | 92 | 28 | 38 | 49 | 429 |

Adaptado de Marchezan et al.(2005)

* Em 2003/04 foi utilizada apenas a densidade de povoamento de 6.000 alevinos ha^{-1}

Tabela 4. Sobrevivência (%) das espécies de peixes. Santa Maria, 2005.

| Ano | C. húngara | C. capim | C.prateada | C.C.Grande | Jundiá |
|----------|------------|----------|------------|------------|--------|
| 2001/02 | 39 | 57 | 48 | 47 | 66 |
| 2002/03 | 26 | 31 | 29 | 27 | 56 |
| 2003/04* | 27 | 53 | 43 | 57 | - |
| Média | 31 | 47 | 40 | 44 | 61 |

Adaptado de Marchezan et al.(2005)

* Em 2003/04 foi utilizada apenas a densidade de povoamento de 6.000 alevinos ha⁻¹Tabela 5. Número de peixes retirados (ha⁻¹) nos três anos agrícolas. Santa Maria, 2005.

| Ano | C. húngara | C. capim | C.prateada | C.C.Grande | Jundiá | TOTAL |
|-----------|------------|----------|------------|------------|--------|-------|
| 2001/02* | 877 | 506 | 194 | 128 | 285 | 1.990 |
| 2002/03* | 620 | 250 | 60 | 65 | 236 | 1.231 |
| 2003/04** | 1208 | 629 | 132 | 166 | - | 2.135 |

Adaptado de Marchezan et al.(2005)

* O número de peixes representa a média de sobrevivência de 3.000 e 6.000 alevinos ha⁻¹ colocados** O n. de peixes representa a média de sobrevivência de 6.000 alevinos ha⁻¹

Tabela 6. Peso (g) das espécies de peixes. Santa Maria, 2005.

| Ano | C. húngara | C. capim | C.prateada | C.C.Grande | Jundiá |
|---------|------------|----------|------------|------------|--------|
| 2001/02 | 494 | 153 | 237 | 261 | 100 |
| 2002/03 | 394 | 132 | 335 | 276 | 156 |
| 2003/04 | 329 | 141 | 219 | 173 | - |
| Média | 406 | 142 | 264 | 237 | 128 |

*Adaptado de Marchezan et al.(2005)

Uma questão ainda não-quantificada na rizipiscicultura, em termos econômicos, é se os peixes devem ou não receber suplementação. Essa decisão depende da época em que se deseja realizar a venda dos peixes como a semana santa que é culturalmente, o momento de maior consumo de peixes, que passa a ser um referencial.

No entanto, dificilmente os peixes oriundos da rizipiscicultura estão com peso de abate nesta época (pelo menos a grande maioria). Assim, esses peixes possivelmente permaneçam mais um ano na propriedade a menos que se desenvolva mercados e outras oportunidades de venda ao longo do ano.

Tabela 7: Parâmetros físico-químicos de água na rizipiscicultura. Santa Maria, 2005.

| Ano | Oxigênio (mg/L) | Temperatura (°C) | Transparência (cm) | pH (unidades) | Dureza (mg/L CaCO ₃) | Alcalinidade (mg/L CaCO ₃) |
|---------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|----------------------------------|--|
| 2001/02 | 5,7 | 21,1 | 19 | 6,3 | 20 | 19 |
| 2002/03 | 3,9 | 21,5 | 17 | 6,5 | 42 | 19 |
| 2003/04 | 2,7 | 20,1 | 24 | 6,5 | 32 | 22 |
| Média | 4,1 | 20,9 | 20 | 6,4 | 31 | 20 |

*Adaptado de Golombieski et al. (2004, no prelo)

Há ainda o problema da pós-retirada dos peixes da área de rizipiscicultura. O mercado de pesque-pague parece não ser mais suficiente para receber os peixes oriundos da rizipiscicultura. Como se observa pelos dados apresentados, os peixes são retirados da lavoura, antes da nova semeadura do arroz, com peso abaixo do peso de comercialização para consumo humano. É preciso realizar a “recria” desses peixes em outro local, para depois serem abatidos, pois se forem vendidos nesse momento, a rentabilidade é baixa, além da dificuldade de compradores. E aí reside um ponto de reflexão para que a atividade se torne sustentável. Assim, é preciso organizar o processo de produção dos peixes associando à rizipiscicultura a tanques complementares e açudes, na mesma propriedade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se observa pela revisão de literatura apresentada, os dados de produção de arroz e peixes são bastante variáveis. Há diferenças no nível de produtividade de arroz, no número e quantidade de peixes e na sobrevivência destes. Isto é compreensível por causa das diferenças dos locais em que foram geradas as informações, tais como solo, nível tecnológico adotado, tamanho dos peixes utilizados, presença de predadores e entre outros.

No entanto, os dados revelam que não há prejuízo à produção de arroz quando cultivado junto com peixes, pelo contrário, pode haver inclusive acréscimo na produção de arroz que se constitui numa primeira vantagem. O preparo da área executado pelos peixes (particularmente a carpa húngara) é outra vantagem comparativa muito importante, implicando em redução significativa de custo de produção. O controle de plantas daninhas (especialmente gramíneas) fundamentalmente por causa do manejo de água com lâmina contínua, além da redução de custos, reduz o uso de agrotóxicos com reflexos diretos na sustentabilidade ambiental. O uso da área com peixes na entressafra constitui-se em aumento de renda da área.

Entre as dificuldades enfrentadas podem-se citar o grande número de predadores de peixes e a necessidade de adequação da área, especial-

mente o estabelecimento de refúgios, que necessitam de manutenção anual em razão do trabalho dos peixes. Ao término do primeiro ano de rizipiscicultura, já se observa a obstrução dos refúgios, ficando parcialmente entulhados pelo desbarrancamento das taipas provocado pela carpa húngara. Também, após a retirada dos peixes da área (mês de outubro), há necessidade da disponibilidade de tanques para “terminação” dos peixes, para que estes sejam suplementados e adquiram maior peso, a fim de serem comercializados.

Alguns questionamentos ainda precisam ser respondidos e estudados como a parte da química e física do solo que fica com lâmina de água durante todo o ano e também se existem resíduos dos agrotóxicos que devam ser eventualmente utilizados e que permaneçam na carne dos peixes.

Embora ainda não se tenham dados conclusivos, a avaliação preliminar sugere que os peixes não afetariam a capacidade suporte ao trânsito de máquina colhedora de arroz. Quanto à parte química do solo, as avaliações estão em curso, não sendo possível serem retiradas conclusões.

A rizipiscicultura é uma atividade sustentável de produção de alimentos, mas que precisa ainda ser melhor avaliada em aspectos técnicos e econômicos. Assim, espera-se que a continuação das pesquisas forneça parte das respostas a indagações que estão sendo realizadas neste trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmona, R.C. Resposta de cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada em área com rizipiscicultura. Porto Alegre, RS, 2002. 49 p. (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002.
- Cotrim, D.S., Agricultura sustentável: rizipiscicultura. Manual orático. Porto Alegre: EMATER/RS, 2001, 27 p.
- Fernando, C.H., Halwart, M. Possibilities for the integration of fish farming into irrigation systems.

Fisheries Management and Ecology. 7, 45-54, 2000.

Golombieski, J.I., Marchezan, E., Monti, M.B., Storck, L., Camargo, E.R., Santos, F.M. Avaliação da qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. *Ciência Rural*, 2005 (no prelo).

Halwart, M. et al. Activity pattern of fish in rice fields. *Aquaculture* 145, 159-170, 1996.

Haroon, A.K.Y. and Pittman, K.A. Rice-fish culture: feeding, growth and yield of two size classes of *Puntius gonionotus* Bleeker and *Oreochromis* spp. in Bangladesh. *Aquaculture*. 154, p. 261-281, 1997.

Mackay, K. T. *Rice-fish culture in China*. Ottawa: IDRC, 276pp., 1995.

Marchezan, E. et al. Desempenho de arroz e peixes na rizipiscicultura. 3rd International Temperature Rice Conference, Uruguay, 2003. (CD Rom).

Marchezan, E., Teló, G.M., Golombieski, J.I., Pereira, C., Lopes, S.J. Produção de arroz irrigado e peixes em área de várzea. *Ciência Rural*, 2005 (submetido).

Mohanty, R.K., et al. Performace evaluation of rice-fish integration system in rainfed medium land ecosystem. *Aquaculture*. 2003 (article in press).

Rothuis, A.J. et al. Rice with fish culture in the semideep waters of the Mekong Delta, Vietnam: a socio-economical survey. *Aquaculture Research*. 1, p. 47-57, 1998 (a).

Rothuis, A.J. et al. Rice with fish culture in the semideep waters of the Mekong Delta, Vietnam: interaction of rice culture and fish husbandry management on fish production. *Aquaculture Research*. 29, p. 59-66, 1998 (b).

Rothuis, A.J. et al. Polyculture of silver barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker), Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and common carp, *Cyprinus carpio* L., in Vietnamese ricefields: feeding ecology and impact on rice and ricefields environment. *Aquaculture Research*. 29, p. 649-660, 1998 (c).

Rothuis, A.J. et al. Polyculture of silver barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker), Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and common carp, *Cyprinus carpio* L., in Vietnamese ricefields: fish production parameters. *Aquaculture Research*. 29, p. 661-668, 1998 (d).

Rothuis, A.J. et al. The effect of rice seeding rate on rice and fish production, and weed abundance in direct-seeded rice-fish culture. *Aquaculture* 172, 255-274, 1999.

Sato, G. Rizipiscicultura: uma alternativa rentável para o produtor de arroz irrigado. *Agropecuária Catarinense*. v. 15, n. 3, nov. 2002.

Vromant, N. et al. Growth performace and use of natural food by *Oreochromis niloticus* (L.) in polyculture systems with *Barbodes gonionotus* (Bleeker) and *Cyprinus carpio* (L.) in intensively cultivated rice fields. *Aquaculture Research*. 33, p. 969-978, 2002.

N. 03/2005

CONSUMO DE ÁGUA E DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO¹

Marchezan, E.²; Villa, S.C.C.³; Machado, S.L. de O.⁴

1 INTRODUÇÃO

A cultura do arroz apresenta uma peculiaridade que é a possibilidade de ser estabelecida em diferentes sistemas. Para alguns autores, há dois sistemas básicos de cultivo que são o estabelecimento do arroz em área com prévia inundação e em área sem presença de água no momento da semeadura.

Na visão de outros pesquisadores, no entanto, considera-se que as variações verificadas nos sistemas acima citados constituem-se por si só, sistemas de estabelecimento da lavoura ou sistemas de cultivo de arroz, como também é referido na literatura. Assim, ter-se-ia sistema de cultivo convencional, sistema de cultivo mínimo, plantio direto, sistema pré-germinado, sistema mix de pré-germinado e sistema de transplante de mudas.

A possibilidade de estabelecer a lavoura por meio de diferentes formas, constitui-se numa opção de manejo muito importante para a sustentabilidade da produção de arroz. Mediante a vari-

ação do uso de sistemas, pode-se controlar ou manter em níveis baixos determinadas "pragas" que ocorrem na lavoura como consequência do uso continuado de determinado sistema de cultivo. Assim, o custo para controlar determinadas plantas daninhas, pragas ou doenças poderia ser reduzido pelo gerenciamento do uso de sistemas de cultivo. Também, constitui-se ferramenta importante no planejamento de uso da área, podendo utilizar integradamente outras ações de manejo na propriedade como, por exemplo, o manejo da irrigação. No entanto, é necessário conhecer as exigências de cada sistema, o desempenho de cultivares de arroz irrigado, e também o consumo de água nos sistemas de cultivo, especialmente neste período da agricultura em que se exige a preservação dos recursos hídricos.

Assim, apresentam-se e comentam-se alguns resultados de pesquisa obtidos pelo grupo de pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzea, com o intuito de divulgá-lo a outros segmentos da cadeia produtiva do arroz irrigado.

| Índice | |
|---|----------|
| 1 Introdução..... | 1 |
| 2 Sistemas de cultivo do arroz irrigado..... | 2 |
| 2.1 Sistema convencional..... | 2 |
| 2.2 Cultivo mínimo..... | 2 |
| 2.3 Plantio Direto..... | 3 |
| 2.4 Pré-germinado..... | 3 |
| 2.5 Mix de pré-germinado..... | 3 |
| 2.6 Transplante de mudas..... | 4 |
| 2.7 Produtividade em função dos sistemas..... | 4 |
| 3 Cultivares de arroz irrigado..... | 5 |
| 3.1 Produtividade em função de cultivares de arroz irrigado..... | 5 |
| 3.2 Interferência dos sistemas de cultivo na produtividade de cultivares..... | 6 |
| 4 Consumo de água em sistemas de cultivo de arroz irrigado..... | 7 |
| 5 Considerações finais..... | 9 |
| 6 Bibliografia citada..... | 9 |

¹ Trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzeas com auxílio do CNPq e FAPERGS.

² Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisador do CNPq. 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Defesa Fitossanitária, CCR, UFSM.

2 SISTEMAS DE CULTIVO DO ARROZ IRRIGADO

Os sistemas de cultivo do arroz irrigado diferenciam-se basicamente nos procedimentos para o estabelecimento da lavoura, ou seja, preparo do solo, semeadura e início da irrigação, mas tem reflexos em algumas práticas de manejo como a adubação e controle de plantas daninhas.

No Rio Grande do Sul, o sistema convencional ocupa cerca de 36% da área cultivada. O restante é dividido entre o cultivo mínimo, pré-germinado, mix de pré-germinado e plantio direto, com respectivamente 46, 11, 1 e 6% (Figura 1). Cada sistema apresenta suas peculiaridades e exigências que podem ser usadas como forma de produção sustentável.

Alternativamente ao sistema convencional, verifica-se o crescimento do cultivo mínimo. Os sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas são ainda pouco difundidos, embora o pré-germinado seja cultivado há mais tempo por produtores de arroz no Litoral Norte e mais recentemente em outras áreas do RS. A possibilidade de estabelecimento da cultura do arroz de diferentes formas em termos de manejo do solo e água, facilita o planejamento de atividade na propriedade, maximiza o uso de máquinas e equipamentos, além de racionalizar a mão-de-obra.

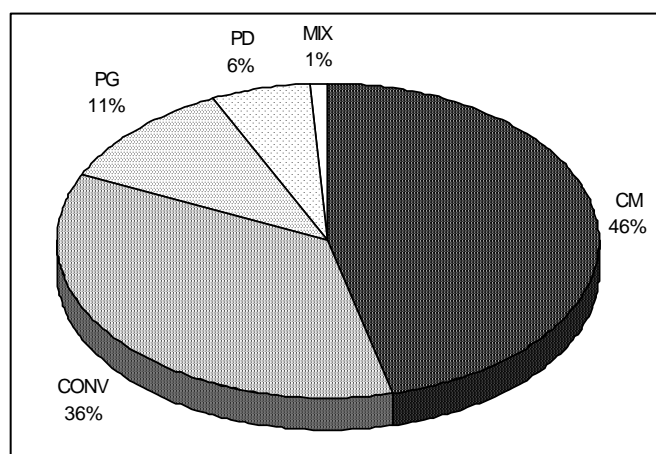


Figura 1. Sistemas de cultivo de arroz irrigado no RS.

Fonte: www.irga.rs.gov.br, acessando em maio de 2005.

2.1 Sistema convencional

O preparo do solo no sistema convencional envolve o preparo primário que consiste de operações mais profundas, normalmente realizadas com arado ou grade pesada, que visam especialmente o rompimento de camadas compactadas e a eliminação e/ou enterrio da cobertura vegetal. No preparo secundário, as operações são mais superficiais, utilizando-se de grades e plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais e eliminar plantas daninhas, criando assim um ambiente favorável à germinação, emergência e desenvolvimento do arroz (SOSBAI, 2003). A semeadura do arroz, a lanço ou em linha, é efetivada ainda com elevado número de sementes por unidade de área, utilizando-se até 180 kg ha⁻¹. O estabelecimento da lâmina de água é realizado entre 20 a 40 dias após a emergência das plantas (Souza et al., 1995).

2.2 Cultivo mínimo

O cultivo mínimo é o sistema que utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. No caso do arroz irrigado, os trabalhos de preparo do solo tanto podem ser realizados no verão como no final do inverno e início da primavera, sendo que neste último caso, com uma antecedência mínima que permita a formação de uma cobertura vegetal. A semeadura é realizada diretamente sobre a palha, previamente dessecada com herbicidas, sem o revolvimento do solo, com semeadora adaptada ao sistema.

O cultivo mínimo é um sistema de mais ampla utilização em terras arrendadas, visando especialmente reduzir a infestação de arroz-vermelho (*Oryza sativa*), proporcionando vantagens aos produtores como a manutenção da umidade do solo, conservação da matéria orgânica, semeadura em época correta, redução dos custos pela melhor distribuição do uso de máquinas ao longo do ano e melhor integração lavoura-pecuária.

2.3 Plantio direto

Esse sistema é definido como sendo o “sistema de semeadura, no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido”. Abre-se um pequeno sulco de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo, de forma que não mais de 25 a 30% da superfície do solo sejam movimentados. O controle de plantas daninhas antes e depois do plantio direto é geralmente feito com herbicidas.

O desenvolvimento inicial do plantio direto fundamenta-se em três princípios básicos: a mínima movimentação do solo, a permanente cobertura do solo e a prática de rotação de culturas. Esses fundamentos viabilizam o objetivo principal do plantio direto, que é a conservação do solo. Entretanto, o plantio direto de arroz irrigado na várzea está mais relacionado ao controle do arroz vermelho e à redução dos custos de produção, do que à conservação do solo.

Nesse sistema também se deve realizar o entaipamento, com taipas de base larga e de perfil baixo na adequação da área para o plantio direto do arroz irrigado que compreende as operações de sistematização da superfície do solo ou aplainamento, calagem quando for necessário, e construção da infra-estrutura de irrigação e de drenagem e estradas (SOSBAI, 2003).

2.4 Pré-germinado

O sistema de semeadura de arroz pré-germinado é uma opção recente que está sendo utilizada no Rio Grande do Sul com o objetivo de recuperar a capacidade produtiva de lavouras infestadas por arroz-vermelho. Atualmente, o sistema representa cerca de 11% da área e a adoção é motivada pela menor dependência das condições climáticas, possibilidade de semeadura na época correta, redução de custos e controle eficiente de plantas daninhas (Oliveira et al., 1999). Em lavouras de pequenas áreas, o pré-germinado é o sistema predominante, pois permite a sustentabilidade econômica ao produtor por não ter alternativamente, outra atividade agrícola

que gere renda necessária a sua manutenção. No entanto, nesta situação é necessário e imprescindível aumentar a renda por unidade de área, como forma de sustentabilidade econômica pelo de acréscimo na produtividade.

Apesar dos altos níveis de produtividade, é freqüente a sensibilidade dos genótipos ao acamamento pela dificuldade de fixação das raízes ao solo, bem como a falta de adaptação destes a um ambiente com restrição de oxigênio no estádio plantular.

O sistema pré-germinado consiste na semeadura do arroz com sementes pré-germinadas sobre lâmina de água. Para que seja possível, faz-se necessário o nivelamento da área, formando-se os denominados tabuleiros. O preparo do solo se assemelha ao do cultivo convencional, diferindo ao final do preparo, onde se realiza uma operação de aplainamento, normalmente realizado com lâmina de água, com a finalidade de formar uma camada superficial de solo compactada, objetivando reduzir a perda de água por percolação (SOSBAI, 2003). A lâmina de água é efetivada cerca de 20 dias antes da semeadura, e 2 a 3 dias após a semeadura do arroz, a água deve ser retirada para facilitar o cultivo das plântulas não deixando a superfície do solo secar totalmente para evitar o surgimento de plantas daninhas, sendo a água resposta lentamente, conforme o desenvolvimento do arroz (Westcott et al., 1986). Hoje, pesquisas demonstram que não é necessário retirar a lâmina de água, podendo realizar a irrigação contínua (Marchezan et al., 2002), com reflexo na redução de custos e economia de água e sustentabilidade do processo produtivo.

O pré-germinado é um dos sistemas mais importantes e utilizados em pequenas propriedades, mas, em razão do preparo do solo e do manejo da água na fase de cultivo da cultura, ocorrem perdas de nutrientes com a água drenada para fora da lavoura e possível reinfestação de plantas daninhas.

2.5 Mix de pré-germinado

Esse sistema de introdução recente resultou

da combinação do sistema plantio direto com o pré-germinado, objetivando agregar vantagens de ambos, apresentando-se como uma opção de exploração da lavoura arrozeira para média e grande propriedade, embora ainda com área quase inexpressiva de cultivo no RS.

O preparo do solo é semelhante ao do cultivo mínimo e realizado mediante operações mecânicas, no qual as plantas de cobertura do solo (a-zevém, aveia-preta, etc.) ou as vegetações espontâneas, que se desenvolve após o preparo final do solo é dessecada por herbicidas de ação total e, 2 a 3 dias após, procede-se à inundação do solo num período que antecede em 15 a 20 dias antes da semeadura do arroz. Nesse sistema, um dos pontos importantes a ser observado é a quantidade de palha produzida. Há indícios de que com uma quantidade de palha muito alta, a semente pré-germinada pode não atingir o solo. Em condição anaeróbia, dada a baixa eficiência metabólica microbiana na conversão do carbono adicionado, leva à acumulação de compostos orgânicos de cadeia curta como o ácido acético, propiônico e butírico que são tóxicos para a cultura do arroz e que podem acumular-se durante o alagamento interferindo negativamente no desenvolvimento e cultivo das plântulas (Rieffel Neto et al., 1999; Souza et al., 2001) e na produtividade (Camargo et al., 1993).

2.6 Transplante de mudas

O transplante é o sistema mais comum de cultivo do arroz irrigado no sul e sudeste da Ásia, porém, no Rio Grande do Sul, é pouco usado estando restrito a áreas de produção de sementes de alta qualidade (Knoblauch, 1997). As mudas são produzidas em viveiros ou caixas previamente preparadas, e, posteriormente, realiza-se o transplante de mudas para o local definitivo. O preparo do solo é realizado de forma similar ao do sistema pré-germinado (SOSBAI, 2003). Dentre as vantagens do sistema está a economia de sementes e o melhor controle de plantas daninhas. Por outro lado, dentre os aspectos negativos, estão a grande demanda de mão-de-obra, o

custo e a dificuldade em viabilizar um sistema de rotação com culturas de sequeiro pela dificuldade de drenagem da área por esta ser nivelada.

2.7 Produtividade em função dos sistemas

Realizou-se durante quatro anos um experimento em área de várzea da Universidade Federal de Santa Maria objetivando estudar o desempenho cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. Alguns dos resultados mais relevantes serão apresentados e discutidos a seguir.

Na figura 2, verifica-se que as maiores produtividades foram obtidas nos sistemas convencional, pré-germinado e transplante de mudas, concordando com Angadi et al. (1993) apenas para o convencional, no qual os autores evidenciaram que a produtividade é maior e mais estável. Resultados semelhantes também são reportados para o sistema convencional, cultivo mínimo e pré-germinado (Verneti Junior & Gomes, 1999), convencional e cultivo mínimo (Shad & De Datta, 1986; Avila et al., 2001) e o convencional e pré-germinado (Roel et al., 1996).

Os menores valores de produtividade obtidos no cultivo mínimo e mix de pré-germinado podem ser atribuídos à presença da palha na superfície do solo contribuindo para o impedimento mecânico de emergência das plântulas (Ogunremi et al., 1986). No cultivo mínimo, Camargo et al. (1995) e Souza et al. (2001) atribuem a redução da produtividade aos exsudatos e ácidos orgânicos voláteis liberados durante a decomposição anaeróbica da palha.

Os sistemas convencional e pré-germinado, que praticamente apresentam as mesmas operações de manejo do solo que o cultivo mínimo e mix de pré-germinado, diferindo apenas na incorporação ou não da palha, proporcionaram produtividade cerca de 11% maior.

Sharma et al. (1988) e Sharma (1997) enfatizam que para se obter alta produtividade é necessário a maior mobilização do solo antes da semeadura do arroz. Por outro lado, Macedo et

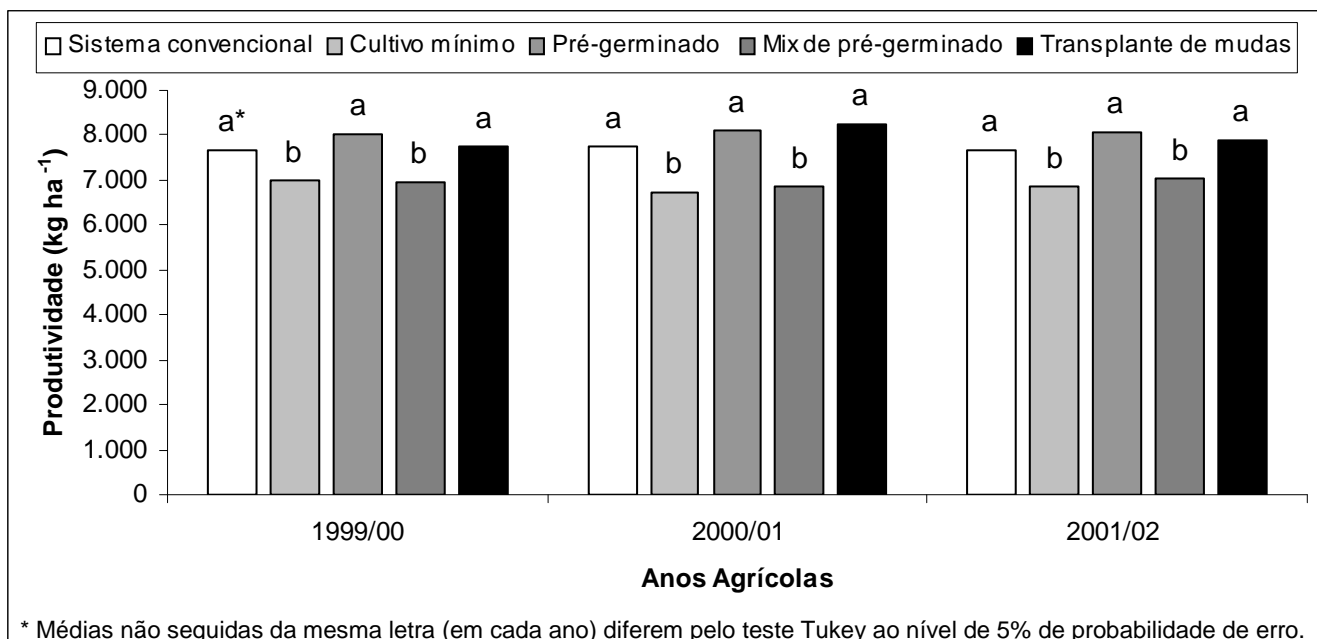


Figura 2. Produtividade do arroz em diferentes sistemas de cultivo durante 3 anos agrícolas.

Fonte: Machado (2003).

al. (1997) reportam que em anos agrícolas com baixa precipitação pluvial, o pré-germinado é favorecido em relação aos demais sistemas, pois proporciona cultivo inicial mais uniforme, refletindo positivamente na produtividade.

3 CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

No Rio Grande do Sul, a maioria das cultivares utilizadas atualmente foram desenvolvidas dentro do sistema convencional e, isto pode provocar mudanças de comportamento quando estes genótipos são submetidos a diferentes condições de manejo do solo e da água (Rosso et al., 1997). Assim, a escolha das cultivares para este experimento deve-se, especialmente, ao desconhecimento de sua adaptabilidade aos distintos sistemas de cultivo da cultura. Além disso, outra razão foi que a cultivar IRGA 420, é de introdução recente com potencial produtivo e boa qualidade de grãos. Da mesma forma, EL PASO 144 é uma cultivar utilizada em países da América Latina, enquanto que BRS TAIM tem boa aceitação e potencial produtivo, e EPAGRI 108 foi desenvolvida para o sistema pré-germinado em Santa Catarina, sendo cultivada em algumas lavouras do Estado, especialmente no sistema pré-germinado.

O potencial produtivo das cultivares de arroz irrigado é uma das principais características consideradas pela pesquisa para a indicação de novas cultivares para o cultivo comercial do arroz, considerando-se, ainda, a resistência e/ou tolerância a fatores abióticos e bióticos, qualidade do grão e ciclo da cultivar.

3.1 Produtividade em função de cultivares de arroz irrigado

A produtividade das cultivares de arroz variou com os anos agrícolas, exceto para EL PASO 144 (Tabela 1), enquanto IRGA 420, BRS TAIM e EPAGRI 108 estiveram entre as mais produtivas, respectivamente em 2001/02, 2000/01, 1999/00 e 2000/01. Em 1999/00, a menor produtividade foi das cultivares IRGA 420 e BRS TAIM, estando associada à baixa temperatura (15,7 a 17,5°C) ocorridas no florescimento das plantas.

Em 2000/01, apenas IRGA 420 apresentou produtividade menor em relação às demais cultivares e foi atribuída a intenso ataque de pássaros, pois essa cultivar floresce anteriormente aos demais genótipos testados. A ocorrência de baixa temperatura, em 2001/02 no florescimento de EPAGRI 108, reduziu a produtividade em 20,4 e

Tabela 1. Produtividade das cultivares de arroz, em kg ha⁻¹, nos três anos agrícolas. Santa Maria, RS. 2003.

| Cultivares | Anos agrícolas | | | Média |
|-------------|----------------|-----------|-----------|-------|
| | 1999/2000 | 2000/01 | 2001/02 | |
| IRGA 420 | B 7.072 b* | C 6.354 b | A 8.124 a | 7.183 |
| EL PASO 144 | A 7.874 a | A 8.029 a | A 7.997 a | 7.967 |
| BRS TAIM | C 6.814 b | A 8.027 a | B 7.335 b | 7.392 |
| EPAGRI 108 | A 8.202 a | A 7.705 a | B 6.527 c | 7.478 |
| Média | 7481 | 7529 | 7496 | |

* Nas linhas, médias não antecedidas da mesma letra maiúscula; e nas colunas, médias não seguidas da mesma letra minúscula diferem pelo teste de Tukey ao nível em 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Machado (2003).

15,3% em relação a 1999/00 e 2000/01, favorecendo, dessa forma, que IRGA 420, EL PASO 144 e BRS TAIM obtivessem produtividade mais elevadas.

3.2 Interferência dos sistemas de cultivo na produtividade de cultivares

Na Tabela 2, os resultados de produtividade no ano 1998/99 mostraram que as cultivares sofreram interferência dos sistemas de cultivo da cultura, exceto EL PASO 144, confirmando resultados obtidos nos anos 1999/00, 2000/01 e 2001/02 (Tabela 3).

Na safra 1998/99, as cultivares EPAGRI 108 e EL PASO 144 apresentaram maior produtividade em todos os sistemas, exceto EL PASO 144 no transplante de mudas que foi inferior a EPAGRI 108, e no sistema pré-germinado, a IRGA 417 apresentou produtividade semelhante a EL PASO 144 e EPAGRI 108. Esse comportamento é importante para tomada de decisão na

escolha de cultivares no planejamento da propriedade, pois, dependendo do sistema de cultivo a ser utilizado, escolhe-se a cultivar mais adaptada a cada sistema. A cultivar EL PASO 144 demonstrou melhor regularidade de produtividade pelo fato de não sofrer interferência dos sistemas de cultivo (Tabela 2), concordando com os resultados dos anos posteriores (Tabela 3).

A cultivar EPAGRI 108 apresentou maior produtividade no sistema transplante de mudas. Isto

pode ter ocorrido por causa do maior ciclo vegetativo desta cultivar. Conforme Dingkhun et al. (1991), cultivares de ciclo longo, apresentam maior produtividade no sistema transplante de mudas, em consequência do maior período hábil para a recuperação pelas plantas do estresse sofrido por ocasião do transplante, enquanto que cultivares de ciclo curto e/ou médio não conseguem total recuperação desse estresse. As cultivares de arroz expressaram maior produtividade, quando submetidas ao sistema transplante de mudas, em razão das plantas de arroz, neste sistema, estarem mais bem distribuídas na área, ocupando assim melhor o espaço físico, reduzindo a concorrência entre plantas por luz e nutrien-

Tabela 2. Produtividade de cultivares de arroz, em kg ha⁻¹, sob diferentes sistemas de cultivo no ano 1998/1999. Santa Maria, RS. 2000.

| Sistemas de cultivo | Cultivares | | | | Média |
|---------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------|
| | IRGA 417 | EL PASO 144 | BRS TAIM | EPAGRI 108 | |
| Sist. convencional | *B 6.840 b | A 8.297 a | B 6.962 abc | A 8.675 b | 7.694 |
| Cultivo mínimo | B 6.150 b | A 7.615 a | B 6.705 bc | A 8.192 bc | 7.165 |
| Pré-germinado | AB 7.850 a | A 8.105 a | B 7.195 ab | AB 7.617 c | 7.692 |
| Mix de PG | B 6.850 b | A 7.622 a | B 6.388 c | A 7.647 c | 7.127 |
| Transp. de mudas | B 8.447 a | BC 8.007 a | C 7.595 a | A 9.612 a | 8.415 |
| Média | 7.227 | 7.929 | 6.969 | 8.349 | |

* Nas linhas, médias não antecedidas da mesma letra maiúscula; e nas colunas, médias não seguidas da mesma letra minúscula, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Weber et al. (2003).

Tabela 3. Produtividade de cultivares de arroz, em kg ha⁻¹, sob diferentes sistemas de cultivo nos anos 1999/00, 2000/01 e 2001/02. Santa Maria, RS. 2003.

| Sistemas de cultivo | Cultivares | | | | |
|---------------------|--------------|-------------|-----------|------------|-------|
| | IRGA 420 | EL PASO 144 | BRS TAIM | EPAGRI 108 | Média |
| Sist. convencional | *BC 6.769 bc | A 7.978 a | C 6.656 b | B 7.309 b | 7.178 |
| Cultivo mínimo | B 7.233 b | A 8.154 a | A 7.718 a | B 7.271 bc | 7.594 |
| Pré-germinado | A 7.826 a | A 8.048 a | A 7.816 a | A 7.908 ab | 7.900 |
| Mix de PG | B 6.325 c | A 7.822 a | B 6.828 b | B 6.882 c | 6964 |
| Transp. de mudas | A 7.754 a | A 8.231 a | A 7.974 a | A 8.021 a | 7795 |
| Média | 7.181 | 8.047 | 7.398 | 8.078 | |

* Nas linhas, médias não antecedidas da mesma letra maiúscula; e nas colunas, médias não seguidas da mesma letra minúscula, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Machado (2003).

tes.

Todas as cultivares proporcionaram alta produtividade no sistema pré-germinado, e para IRGA 420 a produtividade foi maior em relação ao sistema convencional, cultivo mínimo e mix de pré-germinado (Tabela 3).

Na média dos anos agrícolas, BRS TAIM destacou-se com alta produtividade no transplante de mudas, pré-germinado e cultivo mínimo. Petrini et al. (1997) também evidenciaram que BRS TAIM também se destaca pela alta produtividade no pré-germinado.

Dentre os sistemas, a produtividade não diferiu entre as cultivares no pré-germinado e transplante de mudas discordando de Dingkhun et al. (1991) que evidenciaram maior produtividade no pré-germinado utilizando-se cultivares precoces. No sistema convencional, EL PASO 144 destacou-se com maior produtividade, enquanto que no pré-germinado, todas as cultivares apresentaram produtividade superiores a 7.800 kg ha⁻¹ e, estatisticamente, não diferiram entre si, confirmando evidências de Oliveira et al. (1999).

4 CONSUMO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO

No RS, a orizicultura constituiu-se numa das atividades do setor primário da mais alta e está-

vel produtividade, sendo o Estado o maior produtor nacional de arroz cultivado sob o sistema de irrigação. Apesar de sua importância econômica e social, a lavoura arrozeira tem sido muito visada quanto ao aspecto ambiental e é citada como grande consumidora de água. Os dados disponíveis de consumo são variáveis e o volume aplicado chega

ultrapassar 15.000 m³ ha⁻¹ por ano agrícola. Para efeito de licenciamento, a lavoura é considerada causadora de impacto ambiental.

O volume de água usualmente drenado de uma área cultivada com arroz irrigado por inundação, considerando-se uma lâmina de 10 cm, é de aproximadamente 1.000 m³ ha⁻¹. Os resultados demonstram que no solo Vacacaí, para os sistemas pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas há, por ocasião da formação da lâmina de água, um consumo ao redor de 1.300 m³ ha⁻¹, o que representa de 15 a 20% do volume consumido durante o ciclo da cultura, sem contabilizar as precipitações pluviais ocorridas no período.

A drenagem inicial é prejudicial tanto para a rentabilidade do produtor, quanto ao ambiente, pois, além da perda de considerável volume de água, recurso limitante em algumas regiões produtoras e principal item na composição do custo de produção participando com cerca de 11,5%, são carregados para fora da lavoura sedimentos em suspensão na água e, por consequência, são perdidos os nutrientes adsorvidos a estes ou presentes na solução (Weber et al., 2003).

Nesse sentido, cresce a demanda por sistemas de cultivo que proporcionem maior economia de água sem afetar a produtividade e qualidade

dos grãos. Em geral, as pesquisas para a determinação do consumo de água foram realizadas no sistema convencional havendo com isto a necessidade de estender estudos para os outros sistemas de cultivo do arroz irrigado.

As possíveis diferenças no consumo de água fundamentam-se pelas alterações nas características físicas e hidráulicas do solo nos sistemas pré-germinado e transplante de mudas, no qual, pela prática do preparo do solo na água, ocorre a desestruturação da camada superficial do solo, selamento dos poros e redução da taxa de infiltração de água (Kukul & Aggarwal, 2002).

No experimento anteriormente referido, realizou-se a medição do consumo de água pelas plantas de arroz em diferentes sistemas de cultivo (Figura 3). O consumo de água não foi influenciado pelos sistemas de cultivo variando de 5.431 a 6.422 e de 5.374 a 5.852 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, respectivamente, em 2000/01 e 2001/02. Os valores encontrados estão dentro da faixa da necessidade de água para o arroz irrigado que, segundo Motta et al. (1990), variam de 5.130 a 8.016 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

A similaridade do consumo de água pode ser atribuída ao aplainamento do solo evitando-se o escoamento superficial contínuo de água para os drenos, a menor perda de água por infiltração através das taipas por já estarem consolidadas conforme preconiza Wopereis et al. (1994); e também pela presença de um canal com lâmina de água permanente entre os blocos e ao redor do experimento evitando-se o fluxo lateral da água pela inexistência de gradiente hidráulico entre as parcelas e o canal de contorno. Com esses procedimentos, acredita-se que não ocorreram perdas por infiltração lateral nas taipas proporcionando condições semelhantes para todos os sistemas de cultivo refletindo-se assim no consumo de água.

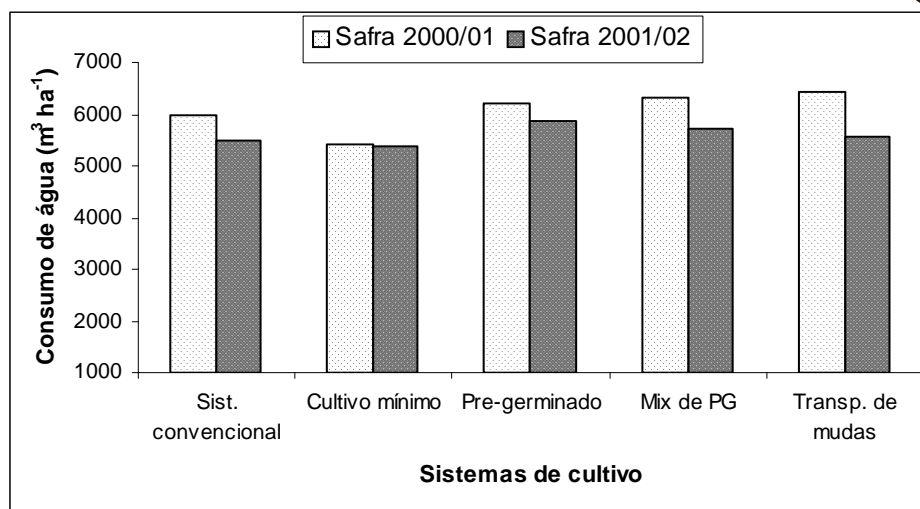


Figura 2. Consumo médio de água em diferentes sistemas de cultivo do arroz irrigado em dois anos agrícolas.

Fonte: Machado (2003).

Marcolin et al. (1999) também encontraram pouca variação no consumo de água entre o sistema convencional (SC), plantio direto (PD) e pré-germinado (PRÉ), registrando maior consumo no SC (7.415 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$). No PRÉ, os autores reportam que se a água utilizada no preparo do solo fosse acumulada da chuva durante a entressafra, haveria redução no consumo da ordem de 16,1 a 24% em relação ao PD e SC respectivamente.

Macedo et al. (1997) evidenciaram que no PRÉ a possibilidade do menor consumo de água é decorrente da desestruturação da camada superficial durante o preparo com lâmina de água, pois promove a redução de macroporos e a condutividade hidráulica, tendo como consequência menor perda de água por percolação e infiltração lateral.

A relação entre a produtividade e o volume de água consumida, que representa a eficiência do uso da água, evidencia que os cinco sistemas de cultivo utilizaram a água de forma eficiente. Esses valores seriam ainda maiores, se a água (1.285 m^3) usada no preparo do solo no PRÉ e TM ou para a formação da lâmina d'água inicial no MIX fosse da chuva acumulada na entressafra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

– As cultivares de arroz irrigado avaliadas são de alto potencial produtivo, o que proporciona, conjuntamente com os sistemas de cultivo, flexibilidade e sustentabilidade da atividade orizícola no Estado.

– Dentre as cultivares analisados, EL PASO 144 demonstra melhor adaptação e estabilidade produtiva nos diferentes sistemas de cultivo.

– O sistema convencional, cultivo mínimo, pré-germinado, mix e transplante de mudas apresentam consumo de água similar durante o ciclo de desenvolvimento do arroz quando estabelecidos em áreas niveladas em sua superfície.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGADI, V. V. ; UMAPATHY, G.D.RADDER, S.K. et al. Evaluation of rice planting methods for fainfed lowlands of Karnataka. **International Rice Research Newsletter**, v. 18, p. 44-45, 1993.
- AVILA, L.A.; et al. Estabelecimento do arroz irrigado com sementes pré-germinadas sobre área com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001, p. 203-206.
- CAMARGO, F.A. de O.; SANTOS, G. de A.; ROSSIELLO, R.O.P. Efeito dos ácidos acético e butírico sobre o crescimento de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 1011-1018, 1993.
- CAMARGO, F. A. de O.; et al. Incorporação da palha de arroz em um gleissolo e efeitos no rendimento da cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 7, p. 983-987, 1995.
- DINGKHUN, M.; et al. Relationships between ripening-phase production and crop duration, canopy photosynthesis and senescence in transplanted and direct-seeded lowland rice. **Field Crop Research**, v. 26, n. 3/4, p. 327-345, 1991.
- KNOBLAUCH, R. 1997. Adubação das mudas de arroz irrigado em caixas para transplante. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 209-212.
- KUKAL, S.S.; AGGAWARD, G.C. Percolation losses of water in relation to puddling intensity and depth in sandy loam rice field. **Agricultural Water Management**, v. 57, p. 49-59,
- MACEDO, V. R.M.; et al. Produtividade, características físicas e consumo da água num solo sob sistemas de estabelecimento de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 184-186.
- MACHADO, S. L. de O. Sistemas de estabelecimento do arroz irrigado, consumo de água, perdas de nutrientes, persistência de herbicidas na água e efeitos do Jundiá. **TESE (Doutoramento)**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2003.
- MARCHEZAN, E. et al. Manejo da irrigação do arroz por inundação usando sementes pré-germinadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22. n. 3, p. 339-346. 2002.
- MARCOLIN, E.; et al. Determinação do consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p. 263-265.
- MOTA, F.S.; et al. Informação climática para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 392, p. 3-6, 1990.
- OGUNREMI, L.T.; LAL, R.; BABALOLA, O. Effects of tillage methods and water regimes on soil properties and yield of lowland rice from a sandy loam in Southwest Nigeria. **Soil Tillage**

Research, Amsterdam, v. 6, p. 223-234, 1986.

OLIVEIRA, J.C.S.; et al. Comportamento de genótipos de arroz irrigado em três sistemas de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1999. p. 61-63.

PETRINI, J.A.; TAVARES, W.R.F.; FRANCO, D.F. Comportamento de oito cultivares de arroz irrigado em diferentes anos agrícolas de semeadura no sistema pré-germinado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 197-199.

RIEFEL NETO, S.R.; et al. Efeito do sistema pré-germinado no rendimento de arroz irrigado em dois níveis de infestação de arroz-vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1999. p. 521-523.

ROEL, A.; HEILMAN, J.; McCauley, G. **Balance hídrico y comportamiento productivo en dos manejos del riego de arroz: Pin-point y Baño-inundación**. Treinta y Tres (Uruguay): INIA, 1996. 13p. Serie Técnica 81).

ROSSO, A.F.; et al. Competição de genótipos de arroz irrigado em três sistemas de semeadura. EEA/IRGA, Safras 1995/96 e 1996/97. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 158-161.

SHAD, R. & DE DATTA, S.K. Reduced tillage techniques for wetland rice as affected by herbicides. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 6, p. 291-303, 1986.

SHARMA, P. K.; DE DATTA, S.K.; REDULLA, C.A. Tillage effects on soil physical properties and wetland rice yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 34-39, 1988.

SHARMA, A.R. Effect of integrated weed management and nitrogen fertilization on the performance of rice under flood-prone lowland conditions. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 129, p. 409-418, 1997.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2003. 126p.

SOUZA, P. O.; et al. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para arroz irrigado no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 1, n. 2, p. 60-74, 1995.

SOUZA, R.O.; PERALBA, M.C.R.; MEURER, E.J. Ácidos orgânicos em um planossolo alagado, com diferentes tipos de resíduos vegetais na superfície do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001, p. 305-307.

VERNETTI JUNIOR, F. J. & GOMES, A. S. Influência de sistemas de estabelecimento sobre quatro cultivares de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1999. p. 234-7.

WEBER, L.; et al. Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, jan-fev, p. 27-33, 2003.

WESTCOTT, M.P. ; et al. Effects of seedling method and time of fertilization on urea-nitrogen-15 recovery in rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 474-478, 1986.

WOPEREIS, M.C.S.; et al. Water use efficiency of flooded rice fields. I - Validation of the soil-water balance model SAWAH. **Agricultural Water Management**, v. 26, p. 277-289, 1994.

N. 05/2005

IMPACTO AMBIENTAL DA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS NA LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO ¹

Marchezan, E.²; Santos, F. M. dos³; Camargo, E. R.³; Machado, S. L. de O.⁴; Zanella, R.⁵; Ávila, L. A. de²; Gonçalves, F. F.⁶; Primel, E. G.⁷

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o ambiente, sobretudo no que concerne à qualidade da água potável no mundo, tem sido discutida em muitos países. Embora a agricultura seja apenas uma das inúmeras fontes de contaminação ambiental, geralmente é apontada como a maior contribuinte de todas as categorias de poluentes.

A moderna agricultura, em busca da elevação da rentabilidade na atividade, não consegue sobreviver sem o uso de agroquímicos. Em contrapartida, o emprego inadequado de herbicidas ou de outros agrotóxicos pode ocasionar poluição ambiental e desequilíbrio do agroecossistema.

Em relação à lavoura de arroz, a condução da cultura sob regime de irrigação por inundação tem gerado grande preocupação quanto a seus possíveis impactos ambientais. Segundo a FE-PAM (2004), a lavoura de arroz constitui-se em atividade de alto potencial poluidor, pois a irrigação aumenta a possibilidade de transporte de pesticidas, via água da chuva e drenagem para mananciais hídricos e via lixiviação para os aquí-

feros.

Dependendo do manejo da água adotado pelos produtores e da ocorrência de chuvas após a aplicação de agrotóxicos, existe o risco de que resíduos desses produtos sejam transportados para fora da área, contaminando os mananciais hídricos à jusante da lavoura, ainda que a concentração na água seja, em geral, baixa (JURY et al., 1990; SOLOMON et al., 1996; SQUILLACE & THURMAN, 1992).

Nesse contexto, tornam-se necessários procedimentos que visem quantificar e, se preciso for, minimizar ou eliminar os impactos ambientais causados pela aplicação de agrotóxicos em lavouras de arroz irrigado.

Este boletim apresenta, em resumo, os resultados obtidos em dois estudos sobre o residual de agrotóxicos: o primeiro trata-se do monitoramento da persistência de diferentes herbicidas na lâmina de água da lavoura de arroz e o segundo constitui-se no monitoramento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, localizados na Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS).

Índice

| | |
|--|----------|
| 1 Introdução..... | 1 |
| 2 Estudos conduzidos sobre o monitoramento de herbicidas aplicados na lavoura de arroz..... | 2 |
| 2.1 Resíduos de herbicidas na água em lavouras de arroz irrigado..... | 2 |
| 2.2 Ocorrência de herbicidas na água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim durante o cultivo do arroz irrigado..... | 4 |
| 3 Fatores que contribuem para o impacto ambiental de herbicida em lavouras de arroz..... | 8 |
| 4 Sugestões de manejo para a lavoura do arroz irrigado com base nos estudos realizados..... | 8 |
| 5 Bibliografia..... | 8 |

¹ Trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzeas com auxílio do CNPq e FAPERGS.

² Engº Agrônomo, Prof. Dr. do Depto de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

³ Engº Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, bolsista CNPq.

⁴ Engº Agrônomo, Prof. Dr. do Depto de Defesa Fitossanitária, CCR, UFSM.

⁵ Químico, Prof. Dr. do Depto de Química da UFSM.

⁶ Químico, doutorando em Química da UFSM.

⁷ Químico, Prof. Dr. Da Fundação Universidade de Rio Grande (FURG).

2 ESTUDOS CONDUZIDOS SOBRE O MONITORAMENTO DE HERBICIDAS APLICADOS NA LAVOURA DE ARROZ

No Brasil, a cultura do arroz irrigado se destaca nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde se estima o cultivo de 1,2 milhões de hectares de arroz anualmente, correspondendo a 60% da produção nacional. Na maioria dessas lavouras, as aplicações dos agrotóxicos são seguidas pela inundação da área e, em alguns casos, determinados herbicidas e inseticidas são aplicados diretamente na água. Diante disso, têm sido conduzidos estudos para se conhecer a persistência no solo e na água dos herbicidas aplicados na lavoura de arroz, tanto para o desenvolvimento de estratégias de manejo visando a rotação de culturas, quanto para o controle dos possíveis impactos ambientais causados por sua aplicação.

2.1 Resíduos de herbicidas na água em lavouras de arroz irrigado

Com o objetivo de determinar a persistência de herbicidas na água em lavouras de arroz irrigado, foi conduzido um experimento a campo, em área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, região fisiográfica da Depressão Central do RS, nos anos agrícolas de 2000/01 a 2002/03. Os herbicidas aplicados, e suas respectivas doses de aplicação, foram: bentazon (960 g ha^{-1}), clomazone (500 g ha^{-1}), quinclorac (375 g ha^{-1}), propanil (3600 g ha^{-1}) e 2,4-D (200 g ha^{-1}).

Os resultados do estudo demonstraram que as concentrações mais altas dos herbicidas na água ocorreram nos primeiros dias após sua aplicação, havendo variação entre os produtos e os anos agrícolas. Na primeira semana, a redução da concentração dos herbicidas na água foi maior em 2000/01 que em 2001/02 ou 2002/03, provavelmente devido a maior precipitação pluvial ocorrida no período, que foi de 112 mm; e dentre os herbicidas, o propanil apresentou maior redução (Figura 1).

Quanto ao bentazon (Figura 1A), os resultados indicam que a concentração média dos 3 anos decaiu de 960 para $343 \mu\text{g L}^{-1}$ na amostragem aos 7 dias, representando 35,7% da concentração aplicada. Para este herbicida, nos anos agrícolas de 2000/01 e 2001/02, foram encontrados resíduos na água até aos 21 dias, sendo estes da ordem de 1,1 e $18 \mu\text{g L}^{-1}$ respectivamente.

Dentre os herbicidas, o clomazone foi mais persistente na água (Figura 1B). Em 2000/01 e 2001/02, verifica-se que o clomazone foi o único herbicida detectado até aos 28 dias, com 1,3 e $1,5 \mu\text{g L}^{-1}$, representando 0,26 e 2,1% da concentração inicial. Já o herbicida propanil foi o que apresentou menor persistência, registrando-se resíduos até o 7º dia após a aplicação (Figura 1C). A redução da concentração de propanil de $3.600 \mu\text{g L}^{-1}$ para $0,95 \mu\text{g L}^{-1}$, no 7º dia, ou para $14 \mu\text{g L}^{-1}$ no 5º dia respectivamente em 2000/01 e 2001/02, deve-se à sua degradação rápida em meio aquoso. Os dados disponíveis indicam que o propanil não persiste muito tempo no ambiente, sendo metabolizado na matriz solo/água.

Quanto ao quinclorac (Figura 1D), a concentração se manteve alta até o sétimo 7º dia, representando 84,1% da concentração média aplicada ($592 \mu\text{g L}^{-1}$). Em 2001/02, foi detectado quinclorac na concentração de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ aos 21 dias após a aplicação.

Para o 2,4-D, a concentração variou de 2 a $50 \mu\text{g L}^{-1}$ ao final da primeira semana e, em 2000/01, foram detectados resíduos de $0,22 \mu\text{g L}^{-1}$ no 14º dia após a aplicação (Figura 1E). Na água, a velocidade de degradação do 2,4-D é rápida dependendo da concentração de nutrientes, sedimentos, carbono orgânico dissolvido e da oxigenação da água (Sanches-Brunete et al., 1991). No solo, a meia-vida do 2,4-D varia de 7 a 16 dias, dependendo sobretudo dos microorganismos.

Esses resultados indicam também que o clomazone é o herbicida que persiste mais tempo na água da lavoura, seguido de quinclorac, bentazon, 2,4-D e propanil. Devido a essa maior persistência, sugere-se destinar uma atenção especial à utilização do clomazone na lavoura.

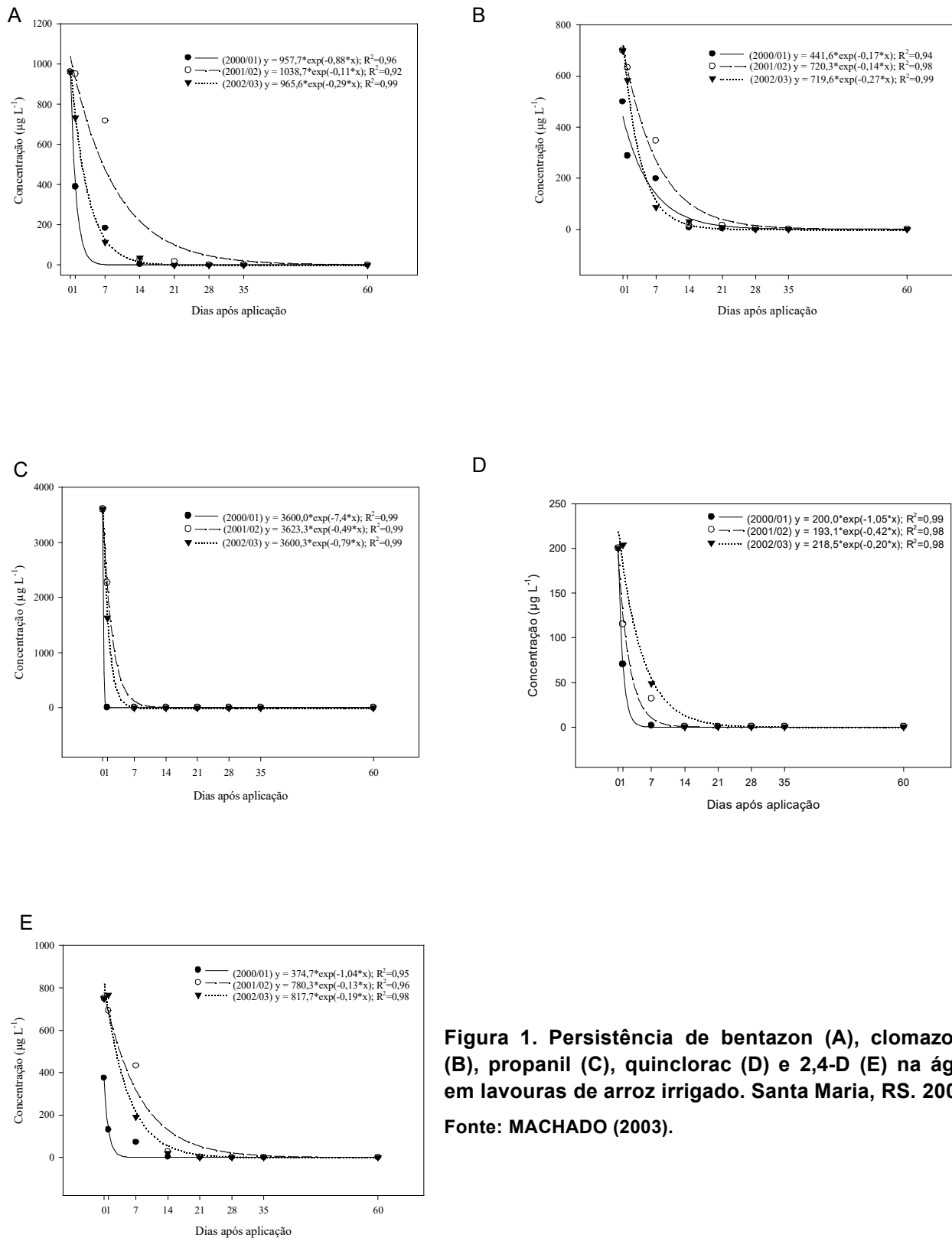


Figura 1. Persistência de bentazon (A), clomazone (B), propanil (C), quinclorac (D) e 2,4-D (E) na água em lavouras de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2004.
Fonte: MACHADO (2003).

2.2 Ocorrência de herbicidas na água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim durante o cultivo do arroz irrigado.

Durante os anos agrícolas de 2000/01 a 2003/04, realizou-se o monitoramento da água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, localizados na Depressão Central do Rio Grande do Sul, objetivando quantificar a presença dos herbicidas clomazone, quinclorac e propanil nesses rios, durante o período de cultivo de arroz (Figura 4).

Em diferentes pontos de cada bacia hidrográfica, foram coletadas três subamostras das águas dos rios: uma no centro do leito e as demais nas proximidades das margens direita e esquerda. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para análise. Os resultados dessa análise demonstraram que a presença de herbicidas na água variou entre os anos de amostragem e entre os rios (Tabela 1).

No rio Vacacaí-Mirim, do total de amostras coletadas, detectou-se a presença dos herbicidas em, respectivamente, 38, 20, 40 e 33% das amostras no primeiro, segundo, terceiro e quarto ano.

De acordo com os dados coletados, a presença de herbicidas na água dos rios está associada às chuvas e/ou às práticas de manejo para a cultura. Na região de Santa Maria, durante os meses de dezembro e janeiro, a precipitação normal é de 278,6 mm, porém em 2000/01 e 2002/03 a precipitação foi de 464,1 e 410,6 mm, respectivamente. Isso pode ter causado maior extravasamento da água da lavoura e, conseqüentemente, maiores quantidades de herbicidas atingiram o leito dos rios, aumentando sua contaminação.

Na comparação dos rios, verificou-se que o Vacacaí apresentou maior quantidade de resíduos de herbicidas. Neste, 41,3% das amostras apresentaram resíduos dos produtos na água, enquanto no rio Vacacaí-Mirim, foram encontradas 32,75% de amostras contaminadas. No Vacacaí, observou-se uma concentração média de 3,76 e 3,3 $\mu\text{g L}^{-1}$ para o clomazone e o propanil respectivamente, alcançando valores máximos de até 8,85 $\mu\text{g L}^{-1}$ para o clomazone e 11,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ para o propanil, em 2002/03. A maior quantidade de

resíduos de herbicidas no rio Vacacaí pode ser explicada pelo fato deste possuir uma área de captação maior em relação ao rio Vacacaí-Mirim e também pela maior área de cultivo de arroz em suas proximidades.

Nas duas bacias hidrográficas, o clomazone foi detectado com maior frequência, seguido do propanil e do quinclorac, encontrados, respectivamente, em 21,6; 14 e 4,4% do total de amostras coletadas. A maior frequência de clomazone pode ser explicada por dois fatores: a grande utilização do produto na região e sua persistência na água (QUAYLE, 2003).

No item 2.1 deste boletim, verifica-se que o clomazone foi o herbicida mais persistente na lâmina de água, comparando-se ao bentazon, propanil, quinclorac e 2,4-D. Assim, para evitar a contaminação de cursos d'água à jusante da lavoura de arroz, sugere-se reter a água de irrigação na lavoura até 28 dias após a aplicação de clomazone. Quanto ao quinclorac, não foi detectada sua presença no rio Vacacaí, provavelmente pela sua pouca utilização na lavoura de arroz.

Em relação aos locais de amostragem, em Três Barras, na Bacia do rio Vacacaí-Mirim, ponto usado como referência, o quinclorac foi detectado em somente 0,9% das amostras coletadas em 2000/01, sendo que nos outros pontos se observaram resíduos de pelo menos um herbicida em 3,8 a 7,7% das amostras (Tabela 2).

No período seguinte, em Três Barras, não foi encontrado resíduo de herbicidas; enquanto nos demais locais amostrados os resíduos variaram de 2,2 a 6,7%. Em 2002/03, nesse mesmo ponto de coleta, constatou-se a presença de propanil e clomazone em 2,2 e 6,7%, respectivamente.

Na bacia do rio Vacacaí, verifica-se equilíbrio quanto ao resíduo de herbicidas e, considerando os dois anos de análise, constata-se uma variação de 10% entre o ponto de coleta com maior e menor concentração de herbicida.

Na Figura 3, constata-se que a ocorrência de herbicidas na água dos rios está associada à época de aplicação dos herbicidas e ao regime de chuvas na região. Do total de amostras contendo

herbicidas na bacia dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, cerca de 75% foram detectadas em dezembro de 2000. Constata-se, pela observação dos dados de precipitação, que as chuvas totalizaram 309,9 mm em janeiro de 2001. Essa alta precipitação pode ter ocasionado tanto o transporte dos resíduos dos herbicidas ao leito dos rios, quanto à diluição de sua concentração na água desses rios.

Em 2001/02, no entanto, as condições inverteram-se; no mês de janeiro, foram observadas cerca de 65% das amostras com resíduos. Esse fato pode ser justificado pelas chuvas menos intensas ocorridas entre dezembro de 2000 e o segundo decêndio de janeiro de 2002, que permitiram a manutenção dos produtos na lavoura. Com a ocorrência de 101,3 mm no último decêndio de janeiro, os resíduos presentes nas lavouras foram transportados às referidas bacias. HUBER *et al.* (2000), enfatizam que a quantidade de agroquímicos que alcançam os recursos hídricos depende da dose aplicada, das características químicas do produto e das condições ambientais durante a aplicação.

Em 2002, na segunda quinzena de dezembro, entre os dias 20 e 24, ocorreram chuvas que totalizaram 108,4 mm e, como as taipas das lavouras ainda não estavam consolidadas, provocaram arrombamento destas, com escape de água das lavouras para os rios. Esse fato pode explicar as concentrações relativamente elevadas de propanil na amostragem do final de dezembro de 2002, cujas concentrações foram da ordem de $12,9 \mu\text{g L}^{-1}$ em três pontos da bacia do rio Vacacaí-Mirim.

Os resultados das análises permitem inferir que os herbicidas clomazone, propanil e quinclorac podem estar presentes na água destes rios durante o cultivo de arroz, em concentrações que variam de acordo com a intensidade das chuvas em cada período. Das amostras coletadas nos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, nos períodos de análise, 41% e 33% apresentavam resíduos de herbicidas, respectivamente. Em vista do exposto, recomenda-se a retenção da água na lavoura por um tempo mínimo igual ao da persistência dos herbicidas, adequando assim o manejo de irrigação de modo a minimizar os possíveis impactos ambientais da aplicação de herbicidas.

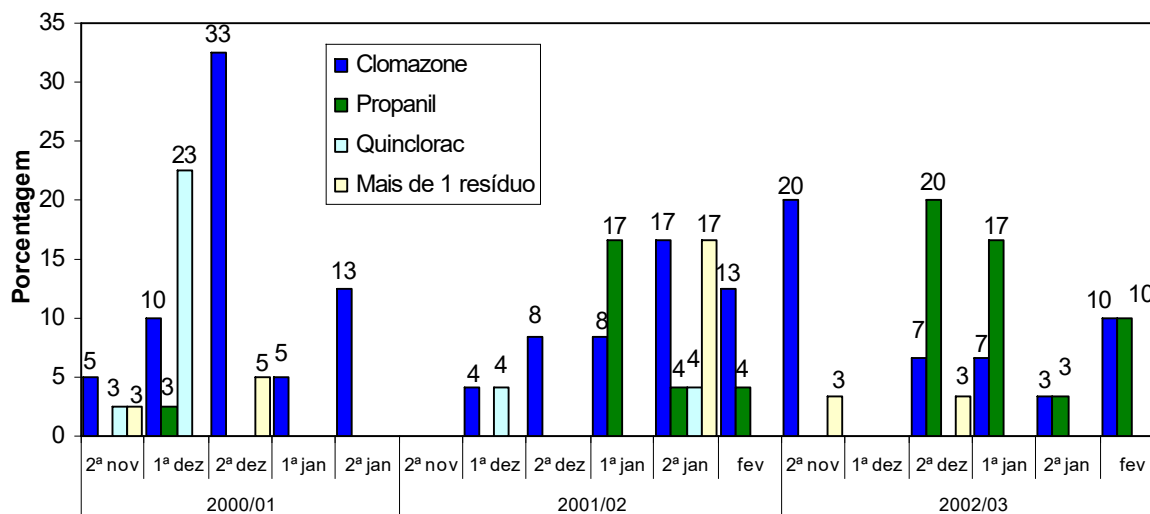


Figura 3. Distribuição quinzenal percentual das amostras com concentração dos herbicidas estudados durante o período de monitoramento na bacia dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Santa Maria, RS. 2004.

Tabela 1. Presença de herbicidas clomazone, propanil e quinclorac nas águas dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Santa Maria, RS. 2004.

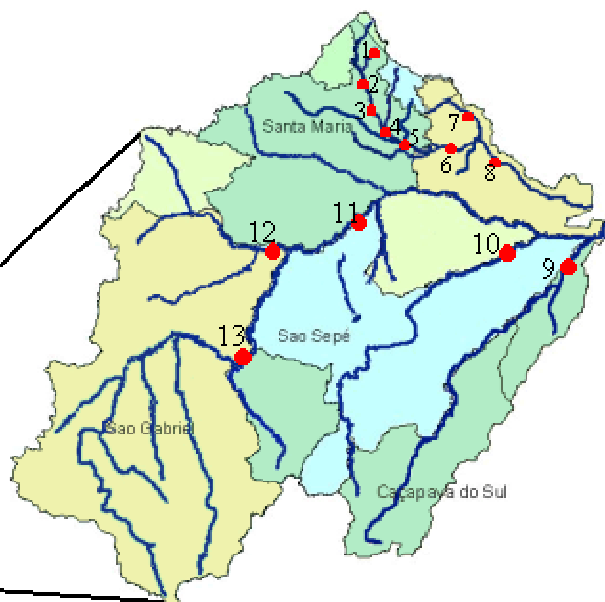
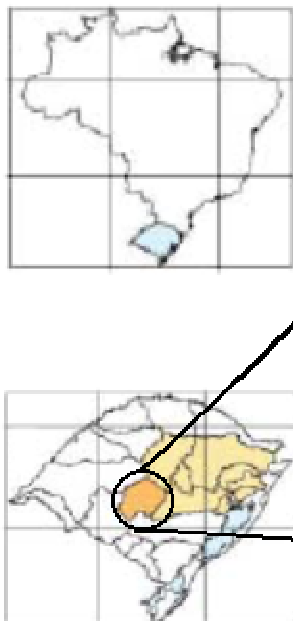
| Ano | Herbicidas | Número total de amostras ⁽¹⁾ | % AC ⁽²⁾ | Concentração µg L ⁻¹ | | |
|---------------|---------------------------|---|---------------------|---------------------------------|-------|--------|
| | | | | Mínimo | Média | Máximo |
| VACACAÍ | | | | | | |
| 2001/02 | Clomazone | 36 | 30 | 1,32 | 4,09 | 7,72 |
| | Propanil | 36 | 17 | 1,08 | 1,76 | 3,94 |
| | Quinclorac | 36 | 0 | -- | -- | -- |
| | Ao menos 1 ⁽³⁾ | 36 | 42 | | | |
| 2002/03 | Clomazone | 30 | 20 | 1,50 | 4,97 | 8,85 |
| | Propanil | 30 | 20 | 0,72 | 5,59 | 11,0 |
| | Quinclorac | 30 | 0 | -- | -- | -- |
| | Ao menos 1 | 30 | 40 | | | |
| 2003/04 | Clomazone | 54 | 22 | 0,75 | 2,23 | 4,65 |
| | Propanil | 54 | 20 | 0,70 | 2,50 | 5,40 |
| | Quinclorac | 54 | 0 | -- | -- | -- |
| | Ao menos 1 ⁽³⁾ | 54 | 42 | | | |
| VACACAÍ-MIRIM | | | | | | |
| 2000/01 | Clomazone | 104 | 27 | 0,41 | 1,34 | 5,62 |
| | Propanil | 104 | 2 | 0,80 | 0,86 | 0,92 |
| | Quinclorac | 104 | 13 | 0,48 | 1,57 | 6,60 |
| | Ao menos 1 | 104 | 38 | | | |
| 2001/02 | Clomazone | 45 | 11 | 1,24 | 2,38 | 4,82 |
| | Propanil | 45 | 7 | 1,31 | 4,98 | 7,34 |
| | Quinclorac | 45 | 9 | 1,87 | 2,79 | 3,81 |
| | Ao menos 1 | 45 | 20 | | | |
| 2002/03 | Clomazone | 45 | 20 | 0,62 | 2,17 | 5,10 |
| | Propanil | 45 | 24 | 0,58 | 5,62 | 12,9 |
| | Quinclorac | 45 | 0 | -- | -- | -- |
| | Ao menos 1 | 45 | 40 | | | |
| 2003/04 | Clomazone | 70 | 14 | 0,90 | 1,74 | 3,40 |
| | Propanil | 70 | 14 | 0,90 | 2,54 | 5,23 |
| | Quinclorac | 70 | 7 | 1,10 | 2,00 | 3,25 |
| | Ao menos 1 | 70 | 33 | | | |

⁽¹⁾ Número total de amostras analisadas;

⁽²⁾ Percentagem de amostras contaminadas;

⁽³⁾ Amostras com a presença de pelo menos um herbicida.

Identificação dos pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí-Mirim e Vacacaí-Mirim.



tificação pontos: rio cacaí: Rio ta Barbara Rio São pé [10]; so do Ver- [11]; Passo Lagoa [12] Passo do cha [13]. **Vacacaí-rim:** Três ras [1]; vernadinha Arroio do [3]; Ponte Bizzi [4];

RS-287 [5]; Arroio do Só [6]; Arroio da Divisa [7], Restinga Seca [8];

Figura 4. Localização dos pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Santa Maria. 2004.

Tabela 2. Porcentagem de amostras de água com resíduos de clomazone, propanil e quinclorac, durante o período de monitoramento. Santa Maria, RS. 2004.

| Locais de coleta | 2000/01 | | | | 2001/02 | | | | 2002/03 | | | |
|-----------------------|------------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|---------|-----|----|------|
| | C ⁽¹⁾ | P | Q | T1 | C | P | Q | T1 | C | P | Q | T1 |
| Rio Vacacaí (%) | | | | | | | | | | | | |
| Passo do Verde | -- | -- | -- | -- | 5,6 | 2,8 | 0 | 8,3 | 10 | 3,3 | 0 | 13,3 |
| Passo da Lagoa | -- | -- | -- | -- | 2,8 | 2,8 | 0 | 5,6 | 3,3 | 3,3 | 0 | 6,7 |
| Passo do Rocha | -- | -- | -- | -- | 8,3 | 2,8 | 0 | 8,3 | 3,3 | 0 | 0 | 3,3 |
| Rio São Sepé | -- | -- | -- | -- | 5,6 | 2,8 | 0 | 5,6 | 0 | 6,7 | 0 | 6,7 |
| Rio Santa Bárbara | -- | -- | -- | -- | 2,8 | 2,8 | 0 | 5,6 | 3,3 | 3,3 | 0 | 6,7 |
| Restinga Seca | -- | -- | -- | -- | 5,6 | 2,8 | 0 | 8,3 | 0 | 3,3 | 0 | 3,3 |
| Total | -- | -- | -- | -- | | | | 42 | | | | 40 |
| Rio Vacacaí-Mirim (%) | | | | | | | | | | | | |
| Três Barras | 0 | 0 | 0,9 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,7 | 2,2 | 0 | 6,7 |
| Envernadinha | 3,8 | 0 | 2,9 | 5,8 | nc | nc | nc | nc | nc | nc | nc | nc |
| Arroio do Meio | 2,9 | 0 | 0,9 | 3,8 | 2,2 | 0 | 2,2 | 4,4 | 2,2 | 8,8 | 0 | 8,8 |
| Ponte do Bizzi | 3,8 | 0,9 | 1,9 | 5,8 | nc | nc | nc | nc | nc | nc | nc | nc |
| RS – 287 | 3,8 | 0 | 0,9 | 4,8 | 2,2 | 4,4 | 4,4 | 6,7 | 4,4 | 4,4 | 0 | 8,8 |
| Arroio do Só | 4,8 | 0 | 0,9 | 5,8 | 2,2 | 0 | 2,2 | 2,2 | 4,4 | 6,7 | 0 | 11,1 |
| Arroio da Divisa | 3,8 | 0 | 1,9 | 3,8 | nc | nc | nc | nc | nc | nc | nc | nc |
| Restinga Seca | 3,8 | 0,9 | 2,9 | 7,7 | 4,4 | 2,2 | 0 | 6,7 | 2,2 | 2,2 | 0 | 4,4 |
| Total | | | | 38 | | | | 20 | | | | 40 |

⁽¹⁾ C: clomazone, P: Propanil, Q: Quinclorac e T1: Total das amostras com pelo menos um herbicida.

-- Pontos selecionadas em 2001/02.

nc Pontos não-coletados em 2001/02 e 2002/03.

3 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O IMPACTO AMBIENTAL DE HERBICIDA EM LAVOURAS DE ARROZ

Pelos resultados obtidos nos estudos, é possível fazer algumas inferências quanto aos fatores que influenciam na contaminação da água dos rios pela aplicação de herbicidas na lavoura de arroz irrigado.

Em relação às condições climáticas, constata-se que quanto menor o intervalo de tempo entre a aplicação dos herbicidas e a ocorrência de chuvas maior será a vulnerabilidade dos mananciais hídricos à jusante da lavoura, uma vez que os agroquímicos são facilmente carregados pelo movimento das águas. Eventos como a precipitação pluvial, o escoamento superficial e a suplementação de água são fatores que podem modificar a concentração dos herbicidas resultando em perdas e picos de concentração.

A luz é outro fator que influi na degradação dos herbicidas. Alguns produtos, como o quinclorac, se degradam mais facilmente sob maior intensidade de luz. Quanto à temperatura, observa-se que a decomposição fotoquímica e microbiana são processos complementares de degradação favorecidos pelas altas temperaturas. As características físico-químicas dos herbicidas também influenciam no seu impacto sobre o ambiente.

A dissipação dos herbicidas está relacionada também à presença de matéria orgânica no solo. Isto se deve à interação dos compostos orgânicos com moléculas apolares. Entretanto, alguns herbicidas, como o 2,4-D, apresentam caráter ácido. O pH ácido favorece sua dissociação, tornando-o mais polar e, portanto, mais solúvel em água, favorecendo sua lixiviação no solo. Entretanto, a matéria orgânica pode reter o produto, diminuindo sua mobilidade no solo.

4 SUGESTÕES DE MANEJO PARA A LAVOURA DO ARROZ IRRIGADO COM BASE NOS ESTUDOS REALIZADOS

Em vista do exposto, é fundamental que continuem as pesquisas nesta área, como forma de conhecer melhor o impacto ambiental do uso

de agrotóxicos na lavoura de arroz e, em função disso, adotar práticas de manejo para a realização de uma lavoura sustentável.

Com os conhecimentos hoje disponíveis, algumas medidas podem ser tomadas, visando a minimizar os efeitos sobre o ambiente da aplicação de herbicidas na cultura do arroz irrigado. Uma dessas medidas é a manutenção de herbicidas na lavoura por período maior que a sua persistência na água, pelo manejo de irrigação e adequação da área. Essa prática diminui o aporte de resíduos aos mananciais hídricos. Recomenda-se, como medida de segurança, a permanência da lâmina de água na lavoura por cerca de 30 dias após a aplicação de herbicidas como bentazon, clomazone, quinclo rac, propanil e 2,4-D.

5. BIBLIOGRAFIA

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Licenciamento ambiental. Atividades agropecuárias. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>> Acessado em: 14 de abril de 2004.

HUBER, A., BACH, M., FREDE, H.G. Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 80, p. 191-204, 2000.

JURY, W. A., RUSSO, D., STREILE, G. et al. Evaluation of volatilization by organic chemicals residing below the soil surface. **Water Resources Research**, v. 26, p. 13-20, 1990.

MACHADO, S. L. de O. Sistemas de estabelecimento do arroz irrigado, consumo de água, perdas de nutrientes, persistência de herbicidas na água e efeitos do jundiá. **TESE (Doutoramento)**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2003. p.164.

MACHADO, S.L. de O.; ZANELLA, R. MARCHEZAN, E. *et al.* Persistência de herbicidas na água de irrigação no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25. 2003, Camboriú. **Anais...** Camboriú: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2003. p. 692-694.

SANCHES-BRUNETE, C., PEREZ, S., TADEO, J.L. Determination of phenoxy ester herbicides by gas and high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 552, p. 235-240, 1991.

SOLOMON, K.R., BAKER, P.R., DIXON, K.R. et al. Ecological risk assessment of atrazine in North American surface waters. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 15, p. 31-76, 1996.

SQUILLACE, P.J., THURMAN, E.M. Herbicide transport in rivers: importance of hidrology and geochemistry in nonpoint-source contamination. **Environmental Science Tecnology**, v. 26, n. 3, p. 538-545, 1992.

QUAYLE, W.C. Persistence of rice pesticides in floodwaters: influence of water management. In: International Temperate Rice Conference, 3. 2003. Punte del Este, Uruguai. **Abstracts... IN-IA**, 2003. p. 97.

N. 01/2011

ASPECTOS AGRONÔMICOS DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA, DE COLHEITA, E APLICAÇÃO DE FUNGICIDA¹

MARCHESAN, E.², TELÓ, G.M.³, FERREIRA, R.B⁴

1 INTRODUÇÃO

A elevada produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado dependem de procedimentos de manejo aplicados no momento e na quantidade necessária. A época de semeadura é uma das práticas de maior impacto na obtenção de elevada produtividade, necessitando planejamento para realizar a semeadura no momento que proporcione maior rendimento potencial. De forma semelhante à semeadura, a colheita é uma etapa importante para obtenção de elevado percentual de grãos inteiros, característica que interfere na classificação do arroz e no valor pago no momento da comercialização.

Autores como BINOTTI et al. (2007) destacam que arroz colhido com grau elevado de umidade dos grãos requer secagem imediata para evitar fermentação, afetando custos com mão-de-obra e energia na secagem, enquanto RIBEIRO et al. (2004) relataram ocorrência de defeitos, tais como grãos verdes, gessados e mal formados ocasionados pela alta umidade dos grãos.

Por sua vez, a colheita realizada com baixo grau de umidade dos grãos provoca aumento de degrane natural, acamamento de plantas e ataque de insetos, além de reduzir o percentual de grãos inteiros no beneficiamento (SMIDERLE et al., 2008). Segundo RIBEIRO et al. (2004), há resposta diferenciada das cultivares de arroz com relação à quebra de grãos durante o beneficiamento com o atraso da colheita, sendo que há indicativos de que a aplicação de fungicida pode contribuir para minimizar este efeito. No entanto, em função de ser uma tecnologia de uso recente há necessidade de avaliar o efeito sobre a qualidade dos grãos, especialmente em colheitas realizadas com grau de umidade abaixo do preconizado pela pesquisa.

Assim, o trabalho teve como objetivo verificar o efeito do fungicida aplicado na parte aérea de cultivares de arroz irrigado, semeados em diferentes épocas de semeadura, e seu efeito na produtividade e no percentual de grãos inteiros colhidos com diferentes graus de umidade.

Índice

| | |
|--|----------|
| 1 Introdução..... | 1 |
| 2 Metodologia utilizada | 2 |
| 3 Resultados..... | 4 |
| 4 Considerações finais..... | 8 |
| 5 Referências bibliográficas..... | 8 |

¹ Trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzeas com auxílio do CNPq, Capes.

² Engº Agrônomo, Prof. Dr. do Depto de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

³ Engº Agrônomo, MSc. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFSM.

⁴ Engº Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFSM.

2. Metodologia utilizada

O experimento foi conduzido durante o desenvolvimento da cultura do arroz irrigado nas safras agrícola de 2008/09 e 2009/10 na área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em um Planossolo Háplico eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2006).

As cultivares utilizadas nas diferentes safras estão apresentadas nas discussões dos resultados. Os fungicidas utilizados foram Stratego 250EC®, 750mL ha⁻¹ na safra de 2008/09 e Nativo® 750mL ha⁻¹ na safra 2009/10, com adição de 250mL ha⁻¹ de óleo mineral emulsionável Aureo®, aplicados na parte aérea das plantas de arroz nos seguintes estádios de desenvolvimento:

- T1-sem aplicação de fungicida;
- T2-aplicação no estádio R₂ (Emborachamento)
- T3-aplicação no estádio R₃; (Exserção da panícula)
- T4-aplicação nos estádios R₂+R₄; (Emborachamento+florescimento)

A colheita do arroz foi realizada em diferentes graus de umidade média dos grãos (24, 22, 20, 18, 16 e 14% de umidade).

3 Resultados

3.1 Percentagem de grãos inteiros em relação ao uso de fungicida aplicado em diferentes momentos da cultura do arroz irrigado, safra 2008/09.

Os resultados referentes à safra de 2008/09 (Figura 1) mostram que os maiores percentuais de grãos inteiros ocorreram quando os mesmos foram colhidos com grau de umidade en-

tre 22 e 20%, sendo observada uma pequena redução no percentual com umidade de 24% para algumas cultivares. Para colheitas realizadas partir de 20% de umidade dos grãos, começa haver um decréscimo no percentual de grãos inteiros com respostas distintas entre as cultivares estudadas, com maior redução para a cultivar IRGA 422 CL, em todos os tratamentos com fungicida.

Com relação ao uso de fungicida, a testemunha (sem aplicação) apresentou os menores percentuais de grãos inteiros à medida que diminuía a umidade de colheita, quando comparados com os tratamentos que receberam a aplicação de fungicida, independente do momento de aplicação. De modo geral, duas aplicações de fungicida resultaram na manutenção do percentual de grãos inteiros em níveis mais elevados, mas não evitou o decréscimo do percentual de grãos inteiros quando colhidos abaixo de 20% de umidade.

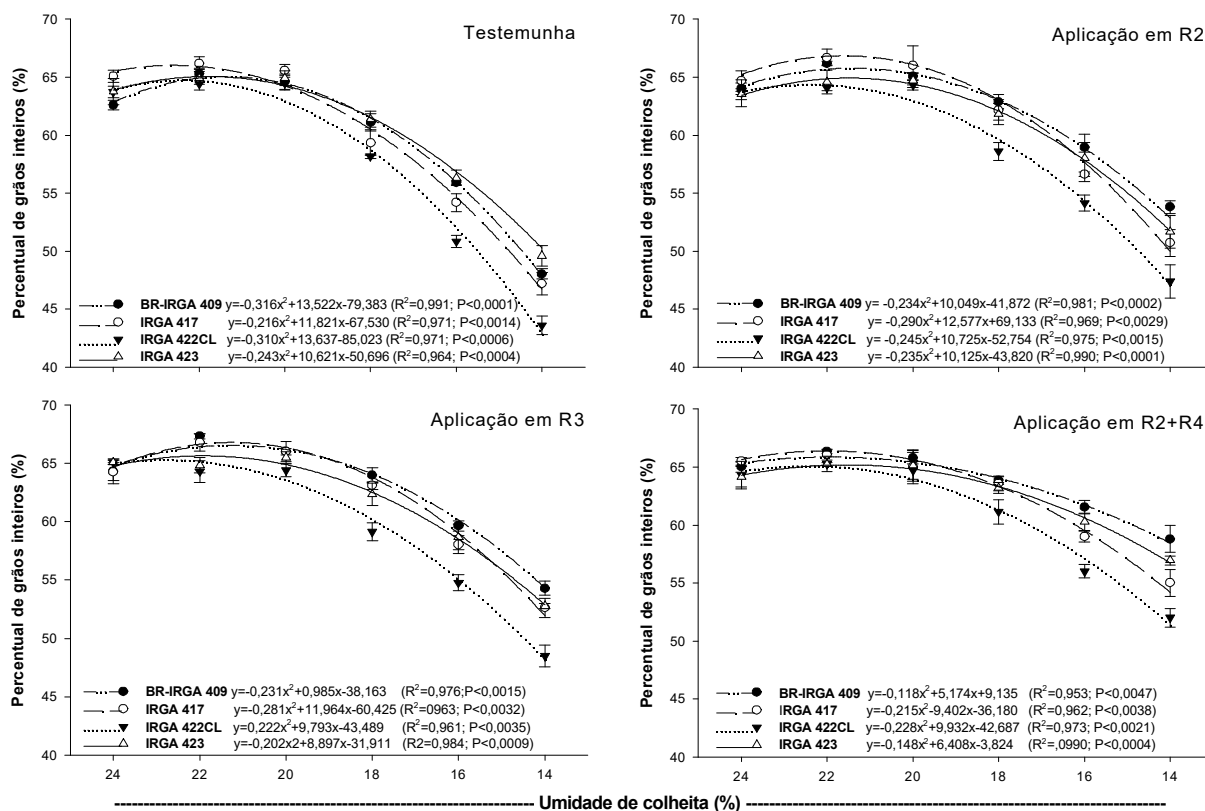


Figura 1- Percentual de grãos inteiros de quatro cultivares de arroz irrigado semeados no dia 08 de dezembro de 2008, em resposta ao momento de aplicação do fungicida Stratego 250EC®, colhidos com diferentes graus de umidade, na safra 2008/09. Santa Maria-RS. 2011.

As Figuras 2 e 3 referem-se às semeaduras realizadas no início e após a época preferencial, respectivamente. Observa-se que o atraso na colheita representou redução no percentual de grãos inteiros para todos as cultivares, porém com maior redução para a cultivar IRGA 424, enquanto INOV CL e PUITÁ INTA-CL, apresentaram menores reduções com o decréscimo da umidade de colheita.

Com relação ao uso de fungicida, para safra de 2009/10 a testemunha (sem aplicação) apresentou diferença dos percentuais de grãos inteiros. De modo geral, duas aplicações de fungicida resultaram na manutenção do percentual de grãos inteiros um pouco acima da testemunha,

em colheita realizada com umidade dos grãos abaixo de 18 % de umidade.

O uso de fungicida se faz importante em condições adversas à cultura, como elevada severidade de doenças foliares que resultam em senescência precoce e reduzem a atividade fotossintética da planta podendo interferir no percentual de grãos inteiros (GROTH & BOND, 2007). Os resultados apresentados indicam que há diferenças no percentual de grãos inteiros com o decréscimo da umidade de colheita, conforme o genótipo estudado.

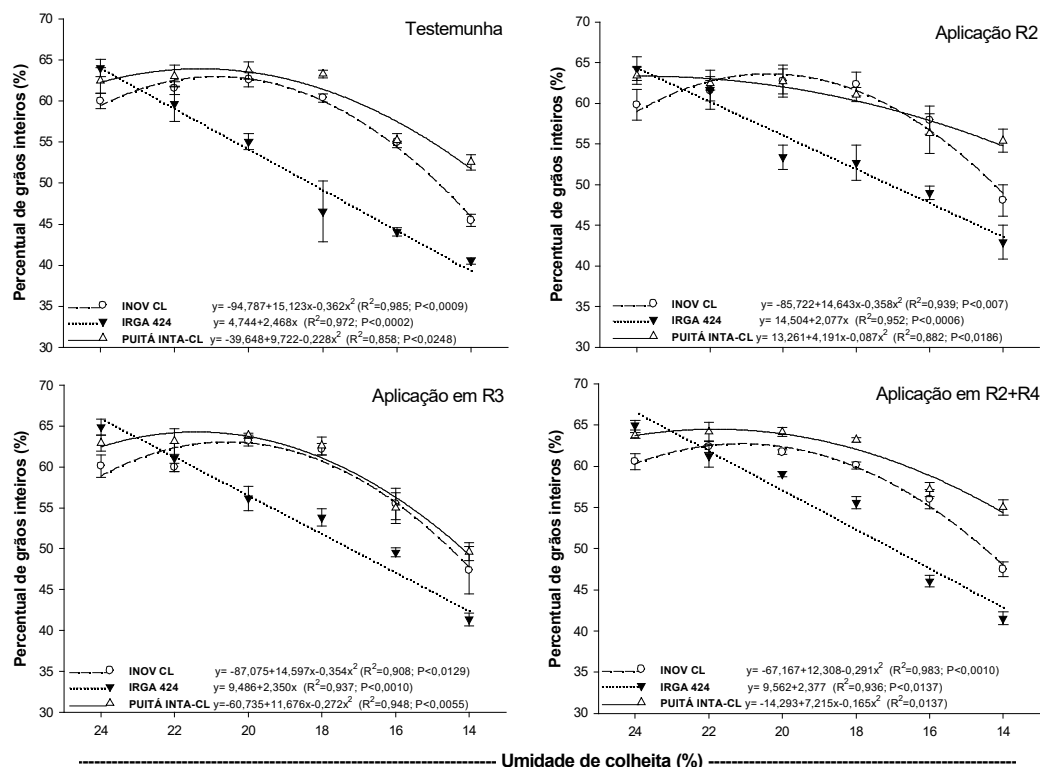


Figura 2- Percentual de grãos inteiros de três cultivares de arroz irrigado semeados no dia 17 de outubro, em resposta ao momento de aplicação de fungicida Nativo®, colhidos com diferentes graus de umidade na safra 2009/10. Santa Maria-RS, 2011.

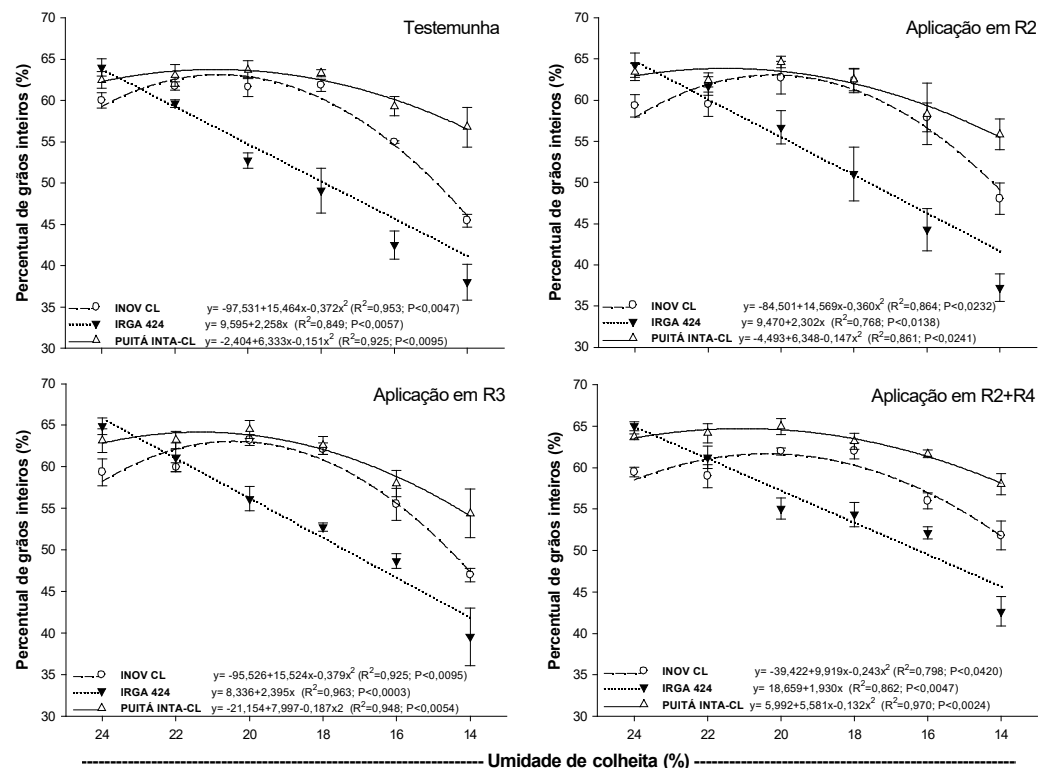


Figura 3- Percentual de grãos inteiros de três cultivares de arroz irrigado semeados no dia 09 de dezembro, em resposta ao momento de aplicação de fungicida Nativo®, colhidos com diferentes graus de umidade na safra 2009/10. Santa Maria-RS, 2011.

3.2 Produtividade e severidade de doenças em cultivares de arroz em função da aplicação de fungicidas, safra 2008/09.

Com relação aos valores na safra (2008/09) para severidade de doenças (Tabela 1), avaliada no estágio R₈ (enchimento de grãos), é possível perceber que a cultivar IRGA 423 apresentou a maior severidade de doenças, com 69% a mais que o híbrido INOV, o qual apresentou a menor severidade. Em relação à aplicação de fungicida, as cultivares apresentaram comportamentos distintos. De modo geral duas aplicações de fungicida (nos estádios R₂+R₄) apresentou menor severidade de doença para cultivares estudadas nessa safra.

A produtividade de grãos na safra (2008/09) variou de 7.964 a 9.567kg ha⁻¹ (Tabela 2), sendo o híbrido INOV o mais produtivo entre as cultivares estudados nesse ano.

A menor produtividade observada para as demais cultivares pode, em parte, estar relacionada às características distintas entre o potencial produtivo entre os materiais estudados.

Entre as cultivares o IRGA 423, com ciclo mais precoce, apresentou produtividade de

8.965kg ha⁻¹, sendo 11% mais produtiva que a BR-IRGA 409, sinalizando que, quando se realiza a semeadura após a época preconizada, uma das estratégias é a escolha de genótipos com ciclo mais precoces.

Com relação ao uso de fungicida, a realização de duas aplicações (nos estádios R₂+R₄) proporcionaram maior produtividade de grãos em comparação à testemunha, mas não diferindo quando realizada apenas uma aplicação no estágio R₂ ou R₃ (Tabela 2). Assim o uso do fungicida na proteção de plantas auxilia na manutenção do potencial produtivo do arroz irrigado principalmente quando a semeadura é realizada após a época preferencial para a cultura (Figura 4).

Tabela 1- Severidade de doenças foliares avaliado nas folhas das plantas no estágio R₈ em resposta a aplicação do fungicida Stratego 250EC® em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado semeado no dia 08 de dezembro, safra 2008/09. Santa Maria-RS, 2011.

| Fungicida ² | Severidade de doenças em R ₈ (%) ¹ | | | | |
|------------------------|--|----------|-------------|----------|--------|
| | BR-IRGA 409 | IRGA 417 | IRGA 422 CL | IRGA 423 | INOV |
| Testemunha | B 12 a ³ | B 11 a | B 9 a | A 23 a | C 6 a |
| R2 | B 9 ab | BC 7 b | BC 7 ab | A 19 b | C 6 a |
| R3 | B 7 b | BC 6 b | BC 6 ab | A 15 c | C 4 ab |
| R2+R4 | A 6 b | A 5 b | A 5 b | A 6 d | B 3 b |
| Média | 8 | 7 | 7 | 16 | 5 |
| C.V.(%) ⁴ | | | 7,26 | | |
| C.V.(%) ⁵ | | | 8,19 | | |

¹ Para a análise, os dados foram transformados para $yt = \arcsen \sqrt{(y+0,5)/100}$. ² Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al.(2000). ³ Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). ⁴ Coeficiente de variação da parcela principal. ⁵ Coeficiente de variação da sub-parcela.

3.3 Resultados referentes à safra 2009/10

Para a safra de 2009/10 a produtividade e severidade de doenças foram avaliadas em relação a duas épocas de semeadura.

3.3.1 Primeira época de semeadura

Para essa safra a produtividade de grãos variou de 8.597 a 11.354kg ha⁻¹ (Tabela 2), com, a maior produção observada pelo híbrido QM1003 e cultivar IRGA 424.

Com relação ao momento de aplicação de fungicida não houve diferença significativa entre os tratamentos. Isso evidencia que semeaduras realizadas no início da época preconizada apresentam condições meteorológicas favoráveis para obtenção de elevada produtividade de grãos e desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças fúngicas. Com relação à avaliação de severidade de doenças foliares, (Tabela 3) realizada no estágio R₈, houve diferenças entre os genótipos, mesmo com valores baixos de severidade. A média para severidade de doenças foliares foi de 2,27%, destacando a cultivar IRGA 424 apresentou a maior severidade de doenças. Para a semeadura realizada no início do período preferencial da cultura, não há diferença quanto ao uso de fungicida.

3.3.2 Segunda época de semeadura

Para produtividade de grãos (Tabela 2), os híbridos INOV CL e QM1003 apresentaram a maior produtividade de grãos.

Dentre as cultivares, a IRGA 417 com o ciclo mais precoce, apresentou maior produtividade, entre as cultivares estudadas nesse ano.

A realização de duas aplicações de fungicidas nos estádios R₂+R₄ proporcionou maior pro-

ductividade de grãos, em comparação à testemunha. O tratamento com duas aplicações de fungicida proporcionou produtividade de grãos 9% maior que os demais tratamentos.

Na avaliação de severidade de doenças foliares, (Tabela 3) realizada no estágio R₈, os híbridos QM1003 e INOV CL apresentaram a menor severidade de doenças, estes resultados podem estar relacionados às características de resistência a doenças apresentada pelos híbridos. Já as cultivares apresentaram maior severidade, com exceção da cultivar PUITÁ INTA-CL.

Em relação ao fungicida, observa-se que a maior severidade de doenças ocorre quando não é aplicado fungicida (testemunha). Sendo que a utilização de uma aplicação de fungicida reduziu a severidade de doença em 27% em relação à testemunha, e quando realizada duas aplicações de fungicida a redução é de 45% da severidade, demonstrando a importância do uso de fungicida quando a semeadura é realizada após a época preconizada para a cultura.

Tabela 2- Produtividade de grãos, em resposta à aplicação de fungicida, em diferentes estádios de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado, em relação a diferentes safras. Santa Maria-RS, 2011.

| Safr 2008/09 | | Safr 2009/10 | | |
|----------------------------------|---|---------------|---|---|
| Semeadura 08 de dezembro 2008 | | | Semeadura 17 outubro 2009 | Semeadura 09 dezembro 2009 |
| Cultivares | Produtividade (kg ha ⁻¹) | Cultivares | Produtividade (kg ha ⁻¹) | Produtividade (kg ha ⁻¹) |
| BR-IRGA 409 | 7.964 d ¹ | INOV CL | 9.042 b ¹ | 9.842 a ¹ |
| IRGA 417 | 8.685 bc | QM 1003 | 11.354 a | 10.010 a |
| IRGA 422 CL | 8.250 cd | IRGA 417 | 8.930 b | 8.884 b |
| IRGA 423 | 8.965 b | PUITÁ INTA CL | 8.597 b | 8.000 c |
| INOV | 9.567 a | IRGA 424 | 10.875 a | 8.311 bc |
| Fungicida ² | | Fungicida | | |
| Testemunha | 8.245 b | Testemunha | 9.691 ^{ns} | 8.499 c |
| R2 | 8.458 ab | R2 | 9.668 | 9.149 ab |
| R3 | 8.586 ab | R3 | 9.813 | 9.094 b |
| R2+R4 | 9.582 a | R2+R4 | 10.016 | 9.275 a |
| Média | 8.701 | Média | 9.769 | 9.009 |
| CV(%) ³ | 5,5 | CV(%) | 6,65 | 8,3 |
| CV(%) ⁴ | 5,3 | CV(%) | 7,43 | 8,2 |

¹Na coluna, médias não seguidas da mesma letra diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). ²Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000.

³Coefficiente de variação da parcela principal. ⁴Coefficiente de variação da sub-parcela. ^{ns}não significativo pelo teste de Tukey (P≤0,05).

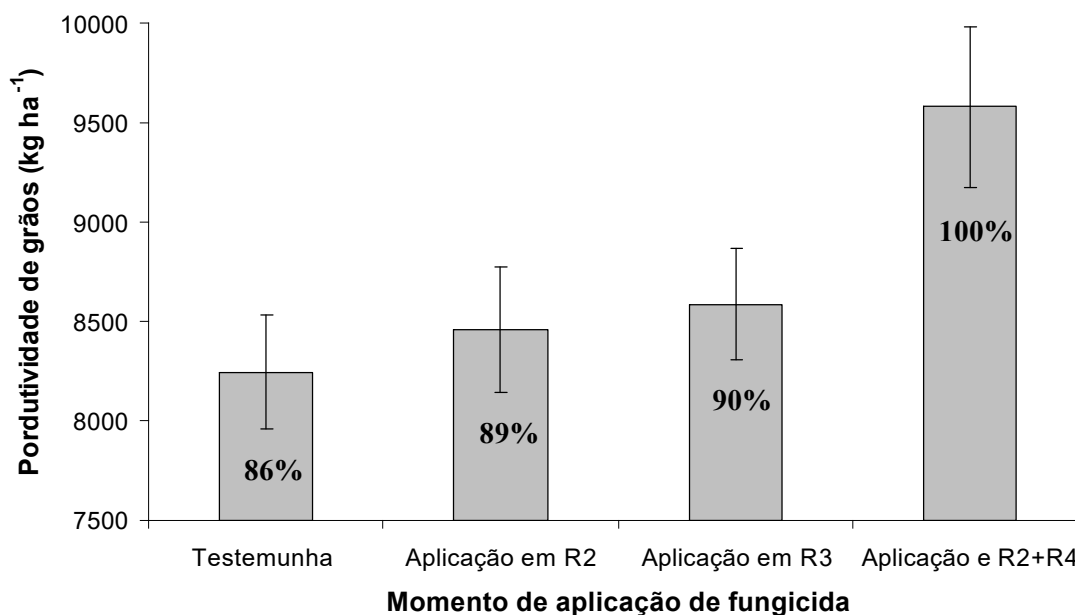


Figura 4- Produtividade de grãos em resposta ao momento de aplicação de fungicida na cultura do arroz irrigado semeado após a época recomendada para a cultura. Santa Maria-RS, 20110.

Tabela 3. Severidade de doenças foliares avaliado nas folhas das plantas em estágio R₈ em resposta a aplicação de fungicida em diferentes estádios de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado (safra 2009/10). Santa Maria-RS, 2011.

| Cultivares | Severidade de doença (%) | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Semeadura 17 outubro 2009 | Semeadura 09 dezembro 2009 |
| INOV CL | 1,8 bc ¹ | 4,1 ab |
| QM 1003 | 1,5 c | 4,0 b |
| IRGA 417 | 2,0 b | 6,2 a |
| PUITÁ INTA CL | 2,6 ab | 4,6 ab |
| IRGA 424 | 3,3 a | 6,0 a |
| Fungicida ² | | |
| Testemunha | 2,3 ^{ns} | 6,8 a |
| R2 | 2,5 | 5,0 b |
| R3 | 2,3 | 4,7 b |
| R2+R4 | 1,9 | 3,7 c |
| Média | 2,27 | 5,0 |
| CV(%) ³ | 13,1 | 12,5 |
| CV(%) ⁴ | 11,2 | 16,0 |

¹ Na coluna, médias não seguidas da mesma letra diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ² Aplicação de fungicida segundo escala de COUNCE et al., 2000. ³ Coeficiente de variação da parcela principal. ⁴ Coeficiente de variação da sub-parcela.

4 Considerações finais

Os genótipos de arroz respondem diferentemente em relação à produtividade e ao percentual de grãos inteiros.

Semeadura realizada no início da época preferencial não apresentou diferença na produtividade de grãos entre o uso ou não de fungicida. Após a época preferencial, o uso de duas aplicações (nos estádios R₂+R₄) mantém o potencial produtivo do arroz irrigado.

Em geral, colheitas realizadas com umidade média dos grãos entre 22 e 20% proporcionaram maior percentual de grãos inteiros. Colheitas realizadas com grau de umidade média dos grãos inferior a 20% reduzem diminuem o percentual de grãos inteiros, independentemente do uso de fungicida, mas com menor redução, quando realizadas duas aplicações de fungicidas.

5 Referências Bibliográficas

BINOTTI, F.F.S. et al. Momento de colheita e períodos de armazenamento no rendimento industrial e na qualidade fisiológica do arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 219-226, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Rio de Janeiro, 2006. 306p.

GROTH, D.E. & BOND, J.A. Effects of Cultivars and Fungicides on Rice Sheath Blight, Yield, and Quality. **Plant Disease**, v. 91, n. 12, 2007. doi:10.1094/PDIS-91-12-1647

RIBEIRO, G.J. et al. Efeitos do atraso na colheita e do período de armazenamento sobre o rendimento de grãos inteiros de arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1021-1030, 2004.

SMIDERLE, O.J. et al. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 74-80, 2008.