

# CONTROLE QUÍMICO DE ARROZ-VERMELHO NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO<sup>1</sup>

## *Red Rice Chemical Control in Irrigated Rice*

SANTOS, F.M.<sup>2</sup>, MARCHESAN, E.<sup>3</sup>, MACHADO, S.L.O.<sup>4</sup>, VILLA, S.C.C.<sup>2</sup>, AVILA, L.A.<sup>5</sup>  
e MASSONI, P.F.S.<sup>6</sup>

**RESUMO** - A ocorrência de arroz-vermelho (*Oryza* spp.) em áreas de arroz irrigado reduz a produtividade de grãos da lavoura e a qualidade do produto colhido. Em vista disso, desenvolveu-se um experimento com o objetivo de comparar duas ferramentas para controle do arroz-vermelho: uma usando o Sistema Clearfield e outra utilizando doses elevadas de clomazone em sementes tratadas com protetor para supressão de arroz-vermelho. Os tratamentos constituíram-se de uma testemunha, sem aplicação de herbicida, três referentes à aplicação da mistura formulada (75 g i.a. ha L<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha L<sup>-1</sup> de imazapic) e outros três referentes à aplicação do herbicida clomazone. O tratamento mais eficiente no controle de arroz-vermelho foi a aplicação da mistura formulada de imazethapyr + imazapic em pré-emergência, seguido da mesma dose em pós-emergência. Este tratamento proporcionou 100% de controle de arroz-vermelho, além de não prejudicar o estande inicial de plantas e proporcionar alto rendimento de grãos do arroz irrigado.

**Palavras-chave:** Sistema Clearfield, imazethapyr + imazapic, clomazone, *Oryza sativa*.

**ABSTRACT** - Red rice (*Oryza* spp.) reduces rice (*Oryza sativa* L.) grain yield and quality. A field study was conducted to compare two red rice control tools, the first using the Clearfield™ system and the second using high rates of clomazone and rice seeds treated with safener to suppress red rice emergence. The treatments included: check control without herbicide application, three treatments for the formulated herbicide mixture (imazethapyr 75 g i.a. L<sup>-1</sup> + imazapic 25 g i.a. L<sup>-1</sup>) under the Clearfield system, and three clomazone treatments (clomazone 500 g i.a. L<sup>-1</sup>). The most efficient treatment for red rice control was the formulated mixture of imazethapyr + imazapic (0.7 L ha<sup>-1</sup> PRE followed by 0.7 L ha<sup>-1</sup> POST). This treatment promoted 100% red rice control, without affecting plant stand and promoting high grain yield.

**Keywords:** Clearfield System, imazethapyr + imazapic, clomazone, *Oryza sativa*.

## INTRODUÇÃO

O arroz-vermelho é a planta daninha que mais causa danos à lavoura orizícola gaúcha, por ocasionar redução da produtividade, apresentar dificuldade de controle, extensão e alto grau de infestação das áreas cultivadas. Além

disso, ela provoca elevação do custo de produção e deprecia o valor comercial do produto final e das áreas cultivadas com arroz. Estimativas indicam que as perdas diretas decorrentes da competição com arroz-vermelho possam atingir 20% da produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (Marchesan et al., 2004). Pesquisas

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 3.7.2006 e na forma revisada em 17.4.2007.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-210, Dep. de Fitotecnia, prédio 44, sala 5335, Santa Maria-RS <fernandoagro@mail.ufsm.br>; <sup>3</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, Dr., Prof. do Dep. de Fitotecnia da UFSM, <emarch@ccr.ufsm.br>; <sup>4</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, Dr., Prof. do Dep. de Defesa Fitossanitária da UFSM; <sup>5</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Prof. do Dep. de Fitotecnia da UFSM; <sup>6</sup> Acadêmico do curso de Agronomia da UFSM, bolsista CNPq.



anteriores mostram, ainda, que cada panícula de arroz-vermelho por metro quadrado reduz a produtividade de grãos de arroz em 16 a 18 kg ha<sup>-1</sup> (Souza & Fischer, 1986; Avila et al., 1999).

Devido às semelhanças morfofisiológicas entre o arroz cultivado e o arroz-vermelho, os herbicidas tradicionalmente utilizados na lavoura são ineficientes no controle dessa planta daninha. O degrane natural e o elevado grau de dormência das sementes de arroz-vermelho dificultam ainda mais o controle dessa planta (Noldin et al., 1999). Nesse contexto, buscaram-se alternativas que minimizem a infestação do arroz-vermelho nas lavouras sem causar danos ao arroz cultivado.

Uma dessas alternativas, o Sistema Clearfield, foi desenvolvida inicialmente na Universidade de Louisiana (EUA) e consiste em plantas de arroz tolerantes a herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas (imazethapyr, imazapic etc.). Nos EUA, independentemente da textura do solo, preconiza-se a aplicação fracionada do imazethapyr, na dose de 70 g i.a. ha<sup>-1</sup>, em pré-plantio incorporado (PPI) ou pré-emergência (PRÉ), seguida da mesma dose em pós-emergência (PÓS), com o arroz no estágio de três a cinco folhas (Ottis et al., 2003). No Brasil, o Sistema Clearfield constitui-se na aplicação da mistura formulada de 75 g i.a. ha L<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha L<sup>-1</sup> de imazapic, marca comercial Only, em arroz tolerante, sendo recomendada a dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial, aplicado em PÓS.

Outra alternativa apresentada como útil consiste na supressão de arroz-vermelho com a utilização do herbicida clomazone, marca comercial Gamit. Zhang et al. (2004), pesquisando a tolerância de cultivares de arroz à aplicação de clomazone, verificaram que o herbicida pode injuriar alguns cultivares, resultando em redução da estatura de plantas e diminuição do rendimento de grãos da lavoura. Em razão disso, utilizam-se sementes tratadas com protetor, agente químico que reduz a fitotoxicidade de herbicidas nas culturas, por meio de mecanismo fisiológico ou molecular, sem comprometer a eficiência no controle de plantas daninhas (Hatzios & Burgos, 2004) e possibilitando o uso de doses maiores do herbicida. Preconiza-

se, no Brasil, a aplicação de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone em PRÉ, em sementes tratadas com o protetor Permit (dietholate 500 g kg<sup>-1</sup>) na dose de 1,0 kg do produto para cada 100 kg de sementes.

A busca de alternativas para controle do arroz-vermelho é essencial na manutenção da rentabilidade da lavoura arroseira. Contudo, são necessárias avaliações dessas alternativas, levando em consideração todos os aspectos do sistema produtivo, desde a eficiência de controle até seus possíveis efeitos no ambiente. Em vista disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de controle de arroz-vermelho proporcionada pelo Sistema Clearfield e pela supressão dele com utilização de clomazone em sementes tratadas com protetor.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola 2004/05, no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em solo classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (Embrapa, 1999), com as seguintes características: pH<sub>água</sub> (1:1) = 4,5; P = 6,9 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; M.O. = 12 g kg<sup>-1</sup>; Ca = 2,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e argila = 170 g kg<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos (Tabela 1) e cinco repetições. As unidades experimentais mediram 5,0 x 4,0 m (20,0 m<sup>2</sup>), e a área útil para estimativa da produtividade de grãos foi de 4,0 x 1,7 m (6,8 m<sup>2</sup>).

Para homogeneizar o banco de sementes de arroz-vermelho, foram incorporados ao solo 125 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, obtendo-se densidade média de 219 plantas desse arroz por metro quadrado. O cultivar IRGA 422 CL foi semeado em linhas espaçadas de 0,17 m, um dia após a incorporação das sementes de arroz-vermelho, em 28.10.2004, na densidade de 120 kg de sementes ha<sup>-1</sup>; a emergência do arroz irrigado ocorreu aos 12 dias após a semeadura (DAS). A adubação de base foi realizada concomitantemente à semeadura do arroz irrigado, aplicando-se 7, 70 e 105 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Na adubação

de cobertura foram utilizados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, aplicando-se a metade da dose no início do perfilhamento (V4) e o restante na iniciação da panícula (R<sub>0</sub>), segundo escala de Counce et al. (2000). Juntamente com a segunda aplicação de N em cobertura, foram utilizados 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> do inseticida carbofuran, para controle do gorgulho-aquático-do-arroz (*Oryzophagus oryzae*).

A aplicação dos herbicidas em PRÉ foi realizada aos 2 DAS, utilizando o pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, munido de quatro pontas 11002 do tipo leque e calibrado para um volume de pulverização de 125 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação em PÓS foi efetuada aos 16 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das plantas do arroz cultivado encontrava-se no estágio V4, ou seja, com quatro folhas formadas, enquanto as plantas de arroz-vermelho encontravam-se no estágio V5. Na aplicação em PÓS foi utilizado o mesmo pulverizador referido, com volume de pulverização de 150 L ha<sup>-1</sup> e adição de 0,5% v/v de óleo mineral emulsionável. A área foi inundada um dia após a aplicação do tratamento em PÓS, com lâmina d'água de aproximadamente 5 cm de espessura.

O estande inicial foi determinado aos 15 DAE, por meio da contagem da população de plantas em um metro linear da linha de semeadura. Nesse local, efetuou-se a determinação do número de colmos de arroz aos 25, 37 e 49 DAE.

A avaliação de toxicidade às plantas de arroz foi realizada aos 5, 12, 19, 26, 33, 40, 47 e 77 DAE, e a do controle de arroz-vermelho, na pré-colheita; os valores foram estimados visualmente, usando uma escala de 0 a 100%, em que 0% corresponde à ausência de fitotoxicidade ou não-controle de arroz-vermelho e 100%, à morte das plantas de arroz ou controle total do arroz-vermelho. Ainda na área demarcada para obtenção do estande inicial, determinou-se a estatura de plantas e o número de panículas por planta e foram coletadas 10 panículas, para obtenção do número de grãos por panícula, da massa de mil grãos e da esterilidade de espiguetas.

Para avaliar a produtividade de grãos, foi realizada colheita manual da área útil de cada parcela (6,8 m<sup>2</sup>), quando os grãos atingiram umidade média de 20%. Esse material foi

submetido a trilha, pesagem e determinação da umidade de colheita dos grãos, sendo esta última corrigida para 13%, para estimativa da produtividade. Separou-se uma amostra de 500 g por parcela, da qual se determinou o teor de impurezas. Posteriormente, as amostras foram submetidas à secagem, com temperatura da massa de grãos de 40 °C. De cada amostra, retiraram-se 100 gramas de arroz com casca para fazer o beneficiamento em um processador de amostras (engenho de provas), obtendo-se, então, a porcentagem de grãos inteiros.

As variáveis determinadas foram submetidas à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey (Pd<sub>0,05</sub>). Os dados de controle de arroz-vermelho foram alterados em  $y_t = \arccos(\sqrt{(y + 0,5)/100})$ . Os demais dados em porcentagem foram transformados para  $y_t = \sqrt{y + 1}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle de arroz-vermelho foi maior nos tratamentos com o herbicida Only (Tabela 1). O controle de 100% foi obtido com a aplicação da mistura formulada de 52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em pré-emergência, seguido da mesma dose em pós-emergência, demonstrando que o tratamento constitui-se em uma alternativa eficiente de controle da planta daninha. A aplicação fracionada de imazethapyr como melhor tratamento para controle do arroz-vermelho também foi verificada por Steele et al. (2002) e Ottis et al. (2003), que apontam o controle total de arroz-vermelho, ou níveis próximos a 100%, com utilização de duas aspersões do produto: uma em PRÉ e outra em PÓS. Em contrapartida, o uso de alta dose da mistura formulada de imazethapyr + imazapic, dependendo das condições edafoclimáticas e do manejo da lavoura, pode potencializar problemas de resíduos do herbicida no solo, resultando em prejuízos para o arroz semeado no ano seguinte, caso o produtor opte por um cultivar não-tolerante, ou para o desenvolvimento de outras culturas, como azevém, sorgo e milho. Segundo Williams et al. (2002), a utilização de espécies não-tolerantes pode ser comprometida caso o intervalo entre a aplicação de imazethapyr e a semeadura da cultura em rotação



não seja observado. Nos EUA, onde o Sistema Clearfield foi desenvolvido, recomenda-se a utilização do herbicida imazethapyr por dois anos consecutivos, deixando o solo em pousio por, no mínimo, um ano. Para cultivo de arroz não-tolerante, preconiza-se que seja semeado a partir do 18<sup>o</sup> mês após a aplicação de imazethapyr (Williams et al., 2002).

Na dose recomendada da mistura formulada de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em pós-emergência, observou-se controle de arroz-vermelho em 96%, possibilitando a ocorrência de cruzamento entre o arroz-vermelho e a planta de arroz cultivado e comprometendo, assim, o sistema. Gealy et al. (2003) salientam a importância do controle total da planta daninha para evitar o cruzamento, minimizando o aparecimento de biótipos resistentes ao imazethapyr. Para evitar esses escapes de controle, segundo Steele et al. (2002), a aplicação do herbicida em PRÉ deve ser complementada por outra aplicação em PÓS. Além disso, outros aspectos do manejo devem ser levados em consideração, como a entrada da água na lavoura o mais cedo possível, para auxiliar no controle da planta daninha e na emergência de novas plantas.

O estande de plantas foi maior na testemunha e no tratamento que não recebeu aplicação de herbicida em PRÉ (Tabela 1). Esses tratamentos não diferenciaram da utilização da mistura formulada de 52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em pré-emergência, que apresentou estande com mais de 300 plantas m<sup>-2</sup>, demonstrando que a aplicação parcelada não promove redução no estande de plantas. Contudo, o aumento da dose da mistura formulada para 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic, em pré-emergência, ocasiona redução de 35% no estande, em relação à testemunha. A população de plantas foi influenciada, também, pelas doses do herbicida clomazone e pela utilização ou não de Permit nas sementes. A aplicação de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone, com tratamento de sementes, apresentou estande 85% maior que a utilização do dobro da dose em sementes tratadas e 311% maior que a aplicação da mesma dose sobre sementes não tratadas com Permit. Este tratamento apresentou também maior toxicidade ao arroz irrigado, avaliada aos 5 DAE (Figura 1). Observa-se, assim, a

necessidade do uso de protetor de sementes quando da aplicação de altas doses de clomazone (Hatzios & Burgos, 2004).

Além do efeito no estande, a toxicidade afetou o número de colmos por planta, aos 25 DAE. Nesta data, os tratamentos com redução no número de colmos, aplicação de 3.000 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone com Permit e 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone sem protetor, foram os que causaram maior intoxicação às plantas (Figura 1). Em contrapartida, na avaliação realizada aos 37 DAE, a utilização de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone sem Permit apresentou o maior número de colmos, indicando que a emissão de perfilhos ocupou o espaço deixado pelo menor estande e evidenciando também a recuperação da toxicidade nas plantas restantes. Yoshida (1981) afirma que as plantas de arroz podem compensar o menor estande por meio da emissão de maior número de colmos.

Ainda na avaliação realizada aos 37 DAE, a testemunha apresentou menor número de colmos por planta, provavelmente devido à competição com o arroz-vermelho, que tem maior capacidade de perfilhamento que as plantas de arroz (Diarra et al., 1985), competindo por espaço físico com o arroz cultivado (Marchesan, 1994). Na última avaliação, realizada aos 49 DAE, o maior e o menor número de colmos corresponderam aos mesmos tratamentos da segunda avaliação e os demais tratamentos não apresentaram diferença entre si.

As maiores estaturas de plantas, por sua vez, foram observadas nos tratamentos com aplicação da mistura formulada de imazethapyr + imazapic em PRÉ e clomazone com utilização de Permit nas sementes. Quanto aos tratamentos com a mistura formulada de imazethapyr + imazapic, observou-se diferença de 9 cm na estatura de plantas entre a utilização de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PRÉ e a aplicação de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS, tratamentos estes que apresentaram, respectivamente, maior e menor estatura. Essa diferença pode ser atribuída à maior fitotoxicidade da aplicação de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS, aos 77 DAE (Figura 1). Masson & Webster (2001) também observaram redução visível na altura do arroz como resultado da fitotoxicidade provocada pelos herbicidas do grupo químico das

**Tabela 1** - Controle do arroz-vermelho na colheita (CAV), estande de plantas (EP), colmos por planta em dias após a emergência (DAE), estatura de planta na colheita (EP), número de panículas (NP), número de espiguetas por panícula (NEP), massa de mil grãos (MMG), esterilidade de espiguetas (EE), produtividade de grãos (PG) e grãos inteiros (GI), em resposta a doses e épocas de aplicação da mistura formulada de imazethapyr + imazapic, utilizada no cultivar IRGA 422 CL, e à aplicação de doses altas do herbicida clomazone em sementes tratadas com Permit®. Santa Maria-RS, 2005

Tratamento	Doses g i.a. ha <sup>-1</sup>		CAV (%) <sup>1,2</sup>	EP (m <sup>2</sup> )	Colmos por planta			EP (cm)	NP (m <sup>-2</sup> )	NEP	MMG (g)	EE (%) <sup>3</sup>	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	GI (%) <sup>4</sup>
	PRÉ <sup>1</sup>	POS <sup>2</sup>			25 DAE <sup>5</sup>	37 DAE <sup>5</sup>	49 DAE <sup>5</sup>							
Testemunha	0	0	0 f <sup>2</sup>	392 a	2,1 ab	2,0 c	1,7 c	67 cd	317 d	53 c	25 c	42 a	2996 f	33 d
Imazethapyr+ Imazapic	52,5+17,5	52,5+17,5	100 a	319 abc	2,0 ab	3,9 ab	3,5 bc	71 abcd	680 a	69 abc	28 ab	17 b	7868 ab	63 a
Imazethapyr+ Imazapic	75+25	0	90 c	255 c	1,8 ab	3,5 bc	3,1 bc	78 a	457 cd	81 a	29 a	14 b	8411 a	62 a
Imazethapyr+ Imazapic	0	75+25	96 b	362 ab	1,7 ab	2,8 bc	3,2 bc	69 bcd	650 ab	62 bc	28 ab	18 b	7613 b	63 a
Clomazone c/ Permit <sup>2</sup>	1500	0	63 e	292 bc	2,3 a	3,2 bc	2,8 bc	72 abc	502 bc	64 abc	27 abc	33 a	5424 d	53 c
Clomazone c/ Permit	3000	0	74 d	158 d	1,3 b	3,8 b	4,2 b	73 ab	395 cd	77 ab	28 a	35 a	6546 e	57 b
Clomazone s/ Permit	1500	0	- <sup>2</sup>	71 e	1,3 b	5,4 a	9,3 a	65 d	121 e	72 ab	25 c	34 a	3588 e	33 d
Média			70,5	264	1,8	3,5	4,0	71	446	68	28	28	6055	52
CV (%)			2,16	14,89	26,90	23,06	23,61	4,57	18,07	13,10	5,56	13,09	4,79	1,41

<sup>1</sup> Aplicação em pré-emergência; <sup>2</sup> Aplicação em pós-emergência com o arroz-vermelho no estágio V<sub>5</sub>, segundo escala de Counce et al. (2000); <sup>3</sup> 0,0-dietil-0-fenil fosforotioato (500 g i.a. kg<sup>-1</sup>); <sup>4</sup> Controle de arroz-vermelho foi avaliado visualmente em porcentagem, em que 0 corresponde à ausência de controle e 100, ao controle total; <sup>5</sup> Para análise, os dados foram transformados em  $y_1 = \arcsin \sqrt{(y+0,5)/100}$ ; <sup>6</sup> Para cada parâmetro analisado, médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>7</sup> Tratamento não avaliado em razão do grande desenvolvimento das plantas de arroz-vermelho, devido ao baixo estande de plantas; <sup>8</sup> Dias após a emergência do arroz; <sup>9</sup> Para análise, os dados foram transformados e  $y_1 = \sqrt{y+1}$ , (dados apresentados são valores não-transformados).

imidazolinonas. De todos os tratamentos, as menores estaturas de plantas foram obtidas na aplicação de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone sem Permit e na testemunha, sendo ambas as reduções atribuídas à competição com o arroz-vermelho e, no caso do tratamento sem utilização de protetor, também em função da alta fitotoxicidade ocasionada pela aplicação do clomazone (Figura 1).

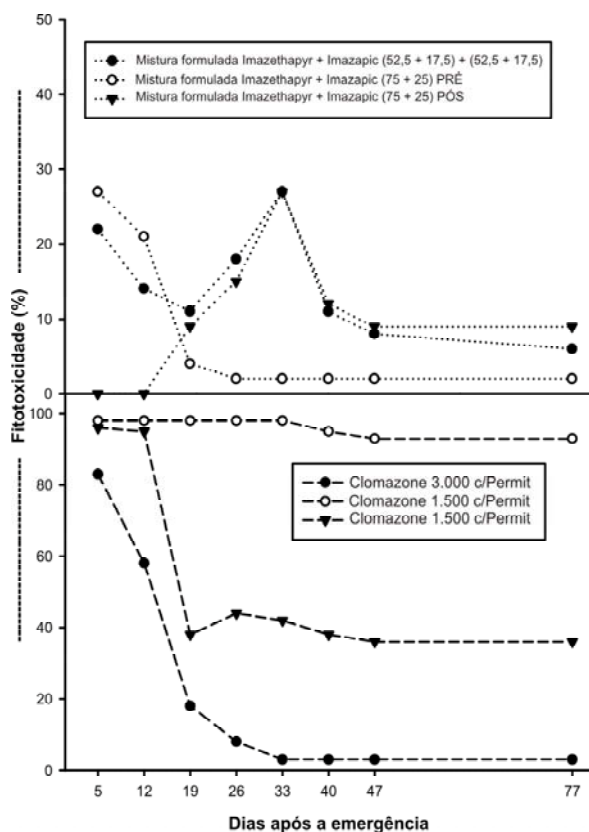
A avaliação dos componentes da produção de grãos demonstrou que o número de panículas por metro quadrado esteve diretamente relacionado ao estande de plantas. Os tratamentos com maior número de panículas foram a aplicação da mistura formulada de 52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PRÉ, seguida da mesma dose em PÓS, e utilização da mistura formulada de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS, que obtiveram também as maiores populações de plantas. Essa relação entre estande e número de panículas só não foi observada na testemunha, na qual a competição por espaço físico com o arroz-vermelho prejudicou o desenvolvimento do arroz. Balbinot Jr. et al. (2003) também mencionam a relação entre o controle da planta daninha e o número

de panículas por metro quadrado, afirmando que menores números de colmos por planta de arroz são obtidos quando estas se encontram em competição com o arroz-vermelho, resultando em menor número de panículas por metro quadrado.

Para número de espiguetas por panícula, observa-se que a aplicação dos tratamentos em PRÉ, tanto para a mistura formulada de imazethapyr + imazapic quanto para clomazone, não teve efeito na variável. Já a aplicação da dose recomendada da mistura formulada, 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS, diminuiu o número de espiguetas. A testemunha, por sua vez, foi o tratamento que obteve o menor número de espiguetas por panícula, o que pode ter decorrido do sombreamento das plantas de arroz-vermelho sobre as plantas de arroz cultivado, relação já observada por Balbinot Jr. et al. (2003).

Os tratamentos afetaram também a esterilidade de espiguetas e a porcentagem de grãos inteiros do arroz; tratamentos com menos de 90% de controle da planta daninha apresentaram maior esterilidade de espiguetas e menor porcentagem de grãos inteiros. Nesse contexto, os tratamentos com a mistura formulada





**Figura 1** - Fitotoxicidade dos tratamentos para controle de arroz-vermelho sobre o cultivar IRGA-422CL. Legenda: PRÉ = aplicação em pré-emergência; PÓS = aplicação em pós-emergência, [mistura formulada de imazethapyr+imazapic (52,5+17,5) + (52,5+17,5)] = mistura formulada de (52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PRÉ) + (52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS); [mistura formulada imazethapyr+imazapic (75+25) PRÉ] = mistura formulada de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PRÉ; [mistura formulada imazethapyr+imazapic (75+25) PÓS] = mistura formulada de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS; (Clomazone 1.500 c/ Permit) = 1.500 g ha<sup>-1</sup> de clomazone em PRÉ com Permit; (Clomazone 1.500 s/ Permit) = 1.500 g ha<sup>-1</sup> de clomazone em PRÉ sem Permit; (Clomazone 3.000 c/ Permit) = 3.000 g ha<sup>-1</sup> de clomazone em PRÉ com Permit; As barras verticais representam 95% de intervalo de confiança. Santa Maria-RS, 2005.

de imazethapyr + imazapic apresentaram maior quantidade de grãos inteiros, por terem obtido maior grau de controle de arroz-vermelho. Já os tratamentos com clomazone ocasionaram o dobro de espiguetas estéreis em relação às aplicações da mistura formulada, fator fundamental para a menor produtividade

de grãos encontrada naqueles tratamentos. Quanto à massa de mil grãos, a testemunha e a utilização de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone sem Permit – tratamentos com maior infestação de arroz-vermelho – apresentaram também menor massa. O aumento na esterilidade de espiguetas e a diminuição da massa de mil grãos, podem ser explicados pela interceptação da luz ocasionada pela maior estatura das plantas de arroz-vermelho, prejudicando o enchimento dos grãos de arroz (Balbinot Jr. et al., 2003).

Os resultados obtidos no experimento demonstram também que a produtividade de grãos foi maior com a aplicação da mistura formulada de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PRÉ, tratamento que resultou em 8.411 kg ha<sup>-1</sup>, apesar da redução do estande e do número de panículas por metro quadrado, decorrentes da aplicação do herbicida. A utilização fracionada da mistura formulada de imazethapyr + imazapic produziu 7.868 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo significativamente do maior rendimento. Já a aplicação da mistura formulada somente em PÓS, na dose de 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic, apresentou menor rendimento em relação à aplicação da mesma dose somente em PRÉ, o que pode ter decorrido da maior fitotoxicidade no arroz aos 77 DAE (Figura 1) e conseqüente diminuição do número de espiguetas por panículas. Esse dado confirma resultados obtidos por Steele et al. (2002), que indicam redução no rendimento do arroz com o acréscimo das taxas de imazethapyr em PÓS de 52 para 70 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

A produtividade de grãos foi menor nos tratamentos com clomazone, em comparação à utilização da mistura formulada de imazethapyr + imazapic. Entre as aplicações de clomazone, verificou-se maior produtividade no tratamento em que foi utilizado Permit, o que pode ser explicado pelo maior estande e estatura de plantas, maior número de panículas por metro quadrado e maior massa de mil de grãos, proporcionados pela aplicação do protetor de sementes. A alta competição do arroz-vermelho com o arroz cultivado afetou negativamente a produtividade de grãos da testemunha, tratamento que obteve redução de 64% na produtividade em relação à maior produtividade de grãos obtida.

Em geral, a fitotoxicidade no arroz foi maior na aplicação de clomazone, em comparação com a utilização da mistura formulada de imazethapyr + imazapic (Figura 1). Os resultados encontrados demonstram que não houve relação direta entre a fitotoxicidade e o controle de arroz-vermelho, pois, mesmo resultando em maior toxicidade às plantas de arroz, os tratamentos com o herbicida clomazone apresentaram menor controle da planta daninha. Quanto à aplicação de clomazone, o tratamento sem a utilização de Permit apresentou a maior fitotoxicidade, aos 77 DAE. Nessa avaliação, houve diferença ainda entre as doses utilizadas em PRÉ; a aplicação de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de clomazone com Permit obteve menor fitotoxicidade que a aplicação do dobro dessa dose. A recuperação da toxicidade das plantas, em ambas as doses, ocorreu aos 19 DAE.

Em relação à fitotoxicidade da mistura formulada de imazethapyr + imazapic, ela atingiu valores próximos a 25% em todas as doses e épocas de aplicação do herbicida. Essa alta fitotoxicidade pode estar relacionada à baixa temperatura no período inicial de desenvolvimento da cultura, pois, segundo Malefy & Quakenbush (1991), o metabolismo parece ser um fator importante na tolerância do arroz a imidazolinonas e a temperatura influencia a taxa de metabolismo. Também Masson & Webster (2001) apontam temperaturas mais baixas como responsáveis pela diferença na fitotoxicidade do arroz em dois anos consecutivos. Segundo os autores, menor injúria foi encontrada no período de temperaturas mais altas.

No que se refere aos tratamentos com a mistura formulada de imazethapyr + imazapic, as doses de 52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic, em PRÉ, proporcionaram maior toxicidade às plantas aos 5 DAE, alcançando a recuperação aos 19 DAE. Já para as aplicações em PÓS, nas doses de 52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic e 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic, observou-se maior fitotoxicidade aos 33 DAE, ou seja, 17 dias após a aplicação do produto, tendo a planta se recuperado visualmente da intoxicação aos 40 DAE (Figura 1). Esses resultados evidenciam que, a partir da maior toxicidade, a recuperação

mais rápida da planta se dá nas aplicações em PÓS, possivelmente em razão de a planta estar em estágio de maior desenvolvimento, tornando seu metabolismo mais eficiente na desintoxicação do herbicida.

No tocante às épocas e doses de aplicação, o experimento demonstrou que, aos 77 DAE, a menor fitotoxicidade foi obtida com a utilização da mistura formulada de imazethapyr + imazapic somente em PRÉ, seguida da aplicação sequencial (PRÉ+PÓS). Já a maior fitotoxicidade foi encontrada na aplicação somente em PÓS. Hackworth et al. (1998) e Steele et al. (2000) também afirmam que a injúria causada pelo imazethapyr é mais severa com a aplicação em PÓS, se comparado à aplicação em PRÉ. Em relação à dose utilizada, Steele et al. (1999) relatam ainda aumento da toxicidade no arroz tolerante a imidazolinonas com o aumento da dose de 70 para 175 g i.a. ha<sup>-1</sup> em PÓS.

Os resultados evidenciam que, para controle do arroz-vermelho na lavoura de arroz irrigado, a utilização do Sistema Clearfield é mais eficiente que a aplicação de clomazone e uso de protetor de sementes. A aplicação da mistura formulada de 52,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 17,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PRÉ, seguida da mesma dose em PÓS, apresentou controle de 100% da planta daninha, não prejudicou o estande de plantas e não se diferenciou da maior produtividade de grãos obtida no ensaio. Quanto ao tratamento-referência do produto, 75 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de imazapic em PÓS, observa-se que não houve controle total do arroz-vermelho, possibilitando escape da planta daninha.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro advindo da concessão de bolsas de mestrado, pesquisa e iniciação científica a Santos, Marchesan e Massoni, respectivamente, e à Universidade Federal de Santa Maria, pela viabilização das pesquisas realizadas.



**LITERATURA CITADA**

AVILA, L. A. et al. Interferência do arroz-vermelho sobre o arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 594-596.

BALBINOT Jr., et al. Competitividade de cultivares de arroz irrigado com cultivar simuladora de arroz-vermelho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 38, n.1, p. 53-59, 2003.

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

DIARRA, A.; SMITH JUNIOR, R. J.; TALBERT, R. E. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. **Weed Sci.**, v. 33, n. 3, p. 310-314, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: 1999. p. 412.

GEALY, D. R.; MITTEN, D. H.; RUTGER, J. N. Gene flow between red rice (*Oryza sativa*) and herbicide-resistant rice (*O. sativa*): implications for weed management. **Weed Technol.**, v. 17, n. 3, p. 627-645, 2003.

HACKWORTH, H. M.; SAROKIN, L. P.; WHITE, R. H. field evaluation of imidazolinone tolerant rice. **Proc. South. Weed Sci. Soc.**, v. 51, p. 221, 1998.

HATZIOS, K. K.; BURGOS, N. Metabolism-based herbicide resistance: regulation by safeners. **Weed Sci.**, v. 52, n. 3, p. 454-467, 2004.

MALEFYT, T.; QUAKENBUSH, L. Influence of environmental factors on the biological activity of the imidazolinone herbicides. In: SHANER, D. L.; O'CONNOR, S. L. (Eds.) **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 104-127.

MARCHESAN, E. Arroz-vermelho: caracterização, prejuízos e controle. **Ci. Rural**, v. 24, n. 2, p. 415-421, 1994.

MARCHESAN, E. et al. Controle do arroz-vermelho. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação, 2004. p. 547-577.

MASSON, J. A.; WEBSTER, E. P. Use of imazethapyr in water-seeded imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technol.**, v. 15, p. 103-106, 2001.

NOLDIN, J. A.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. Red rice (*Oryza sativa*) biology. I. Characterization of red rice ecotypes. **Weed Technol.**, v. 13, p. 12-18, 1999.

OTTIS, B. V.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technol.**, v. 17, n. 3 p. 526-533, 2003.

SOUZA, P. R.; FISCHER, M. M. Arroz-vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. **Lav.Arrozeira**, v. 39, n. 368, p. 19-20, 1986.

STEELE, G. L.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. Control of red rice (*Oryza sativa*) in imidazolinone-tolerant rice (*O. sativa*). **Weed Technol.**, v. 16, n. 3, p. 627-630, 2002.

STEELE, G. L. et al. Red rice (*Oryza sativa* L.) control with varying rates and application timings of imazethapyr. **Proc. South. Weed Sci. Soc.**, v. 53, p. 19, 2000.

STEELE, G. L.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. Evaluation of imazethapyr rates and application times on red rice (*Oryza sativa*) control in imidazolinone tolerant rice. **Proc. South. Weed Sci. Soc.**, v. 52, p. 237, 1999.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, 269 p. 1981.

WILLIAMS, B. J. et al. Weed management systems for Clearfield Rice. **Louisiana Agric.**, v. 45, n. 1 p. 16-17, 2002.

ZHANG, W. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. **Weed Technol.**, v. 18, p. 73-76, 2004.