

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO E SELETIVIDADE AO ARROZ
IRRIGADO PELA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DO GRUPO DAS
IMIDAZOLINONAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Antonio Carlos Rampelotto Filho

Itaqui, RS, Brasil

2011

Antonio Carlos Rampelotto Filho

**CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO E SELETIVIDADE AO ARROZ
IRRIGADO PELA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DO GRUPO DAS
IMIDAZOLINONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Galon

Itaqui, RS, Brasil
2011

Rampelotto, Antonio Carlos Filho.

Controle de arroz-vermelho e seletividade ao arroz irrigado pela aplicação de herbicidas do grupo das imidazolinonas / Antonio Carlos Rampelotto Filho. Itaqui, 19 de dezembro de 2011.
31 folhas: tamanho (30 cm)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia)
Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 19 de dezembro de 2011. Orientação: Dr.Leandro Galon.

1.*Oryza sativa*. 2.Inibidores de ALS. 3.Controle químico. I. Galon, Leandro. II. Controle de arroz-vermelho e seletividade ao arroz irrigado pela aplicação de herbicidas do grupo das imidazolinonas.

Antonio Carlos Rampelotto Filho

**CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO E SELETIVIDADE AO ARROZ
IRRIGADO PELA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DO GRUPO DAS
IMIZADOLINONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em: 19 de dezembro de 2011.
Banca examinadora:

Prof. Dr. Leandro Galon
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Clevison Luiz Giacobbo
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho a minha esposa Mariana e minha filha Maria Antônia. Obrigado por existirem e fazer parte da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida;

Ao Prof. Dr. Leandro Galon pela orientação;

Aos professores, pelo ensinamento e dedicação durante o curso;

Aos colegas Sergio Guimarães e Giovane Matias Burg, pela ajuda na condução do trabalho;

À UNIPAMPA, por me proporcionar além da graduação, a oportunidade de conquistar amigos que se tornaram indispensáveis, os quais tenho muito apreço e carinho João, Fernanda e Jonatas;

Aos meus pais, pelo acompanhamento e motivação;

À minha esposa Mariana, pela compreensão, carinho, amor e constante incentivo;

À Maria Antônia, minha filha, por me transmitir força nos momentos de fraqueza;

À minha amiga Jair, pela ajuda e o estímulo em estudar;

À patroa Elizéa, pela confiança e por permitir que eu estudasse mesmo com o compromisso de trabalhar;

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e futura conquista, meus sinceros agradecimentos.

Não tentes ser bem sucedido, tenta antes
ser um homem de valor.

(Albert Einstein)

RESUMO

CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO E SELETIVIDADE AO ARROZ IRRIGADO PELA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DO GRUPO DAS IMIZADOLINONAS

Autor: Antonio Carlos Rampelotto Filho

Orientador: Prof. Dr. Leandro Galon

Local e data: Itaqui, 19 de dezembro de 2011.

O arroz-daninho (arroz-vermelho e preto) e o arroz cultivado pertencem ao mesmo gênero e espécie (Poaceae – *Oryza sativa* L.) com semelhanças morfofisiológicas que dificultam a adoção do controle químico com uso de herbicidas. Os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) apresentam seletividade ao arroz em função do processo de mutação que efetuou-se sobre a linhagem 93AS3510 para que essa expressasse tolerância a esses produtos. Posteriormente transferiu-se a tolerância via melhoramento clássico para a cultivar IRGA 417, gerando a IRGA 422 CL, sendo essa última tolerante aos herbicidas pertencentes ao grupo das imidazolinonas. Diante do contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar o controle do arroz-vermelho e a seletividade ao arroz irrigado pela aplicação de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. As variáveis avaliadas foram controle do arroz-vermelho efetuado aos 14, 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e na pré-colheita do arroz, e a fitotoxicidade ao arroz cultivado determinada aos 07, 14 e 21 DAT. As misturas formuladas comercialmente compostas de imazapic + imazapyr a partir da dose recomendada (140 g ha^{-1}) e de imazethapyr + imazapic no dobro da dose recomendada (2 L ha^{-1}) foram eficientes para o controle de arroz-vermelho. Essas mesmas misturas também foram seletivas a cultivar Puitá Inta-CL, independentemente das doses aplicadas dos produtos. Os herbicidas não registrados para o controle de arroz-vermelho imazethapyr e imazapic não apresentam controle satisfatório do arroz-vermelho.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, inibidores de ALS, controle químico.

ABSTRACT

CONTROL OF SELECTIVITY AND RED RICE-RICE CROP FOR THE APPLICATION OF THE GROUP OF HERBICIDES IMIZADOLINONAS

Author: Antonio Carlos Rampelotto Filho

Advisor: Prof. Dr. Leandro Galon

Place and date: Itaquí, December 19, 2011.

The weedy rice (red rice and black) and cultivated rice belong to the same genus and species (Poaceae - *Oryza sativa* L.) with morphophysiological similarities that hinder the adoption of chemical control with herbicides. Herbicides inhibiting acetolactate synthase (ALS) have selectivity to rice due to the mutation process carried out on the line 93AS3510 for that express tolerance to these products. Later he moved to tolerance via classical breeding for cultivar IRGA 417, IRGA 422 CL generating the, the latter being tolerant to herbicides belonging to the imidazolinone group. Given the context, with the objective was to evaluate the control of red rice and rice selectivity by applying herbicides of the imidazolinone chemical group. The variables investigated were control of red rice made at 14, 28 days after application of treatments (DAT) and pre-harvest rice, and phytotoxicity to cultivated rice determined at 07, 14 and 21 DAT. The commercially formulated mixtures composed of imazapic + imazapyr from the recommended dose (140 g ha^{-1}) + imazapic and imazethapyr at twice the recommended dose (2 L ha^{-1}) were effective for controlling red rice. These same mixtures were also selective to cultivate Puita Inta-CL, regardless of the applied doses of the products. Herbicides not registered for the control of red rice imazethapyr and imazapic did not have satisfactory control of red rice.

Keywords: *Oryza sativa*, ALS inhibitor, chemical control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Controle (%) de arroz-vermelho, aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.....19
- Figura 2. Controle (%) de arroz-vermelho, aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.....21
- Figura 3. Controle (%) de arroz-vermelho na pré-colheita do arroz, em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.....22
- Figura 4. Intoxicação do arroz (%), aos 7 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.....24
- Figura 5. Intoxicação do arroz (%), aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.....25
- Figura 6. Intoxicação do arroz (%), aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.....26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Controle (%) de arroz-vermelho aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses.	20
Tabela 2: Controle (%) de arroz-vermelho aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses.	21
Tabela 3: Controle (%) de arroz-vermelho na pré-colheita em função de herbicidas aplicados em diferentes doses.....	23
Tabela 4. Intoxicação do arroz (%) aos 7 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses.....	24
Tabela 5. Intoxicação do arroz (%) aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses.....	25
Tabela 6. Intoxicação do arroz (%) aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Características do arroz-vermelho	14
2.2 Arroz-vermelho em áreas do Rio Grande do Sul	14
2.3 Controle químico do arroz-vermelho.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONCLUSÃO.....	28
6 REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Na Fronteira Oeste do RS várias são as espécies de plantas daninhas que infestam as lavouras de arroz irrigado. Dentre essas, o arroz-daninho (arroz-vermelho e preto) está entre as mais problemáticas e de difícil controle, por apresentar características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas similares ao arroz irrigado (SANCHEZ-OLQUIN et al., 2007). O arroz-daninho demonstra elevada habilidade competitiva com a cultura, afetando diretamente o rendimento de grãos do arroz e a qualidade do produto colhido (AGOSTINETTO et al., 2001). O arroz-daninho ao competir com o arroz irrigado por luz, nutrientes e CO₂ pode ocasionar perdas de grãos superiores a 20% (MARCHEZAN et al., 2004) caso nenhum método de controle seja adotado. Estima-se que o Estado do RS perde, anualmente, cerca de 1,2 milhões de toneladas de grãos de arroz, valor equivalente a 360 milhões de dólares em função da competição do arroz-daninho nas lavouras orizícolas (MENEZES, 1996).

No passado, o controle de arroz-vermelho por meio de herbicidas seletivos era uma prática considerada inviável pelo fato de o arroz cultivado e o arroz-daninho pertencerem à mesma espécie e apresentarem similaridades morfofisiológicas (MENEZES et al., 2009), ou seja, aplicava-se o herbicida para controlar a planta daninha e ocasionava-se a morte do arroz também.

Assim, na busca por alternativas para o controle do arroz-vermelho, foi desenvolvido pela Universidade de Louisiana/EUA o sistema Clearfield[®] de produção de arroz. Esse sistema consiste na utilização de cultivares de arroz mutadas, portadoras de genes que conferem tolerância a herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas, o uso somente dos herbicidas imazethapyr + imazapic (Only[®]) ou imazapic + imazapyr (Kifix[®]), utilizando essa tecnologia por somente duas safras em mesma lavoura e o acompanhamento técnico de profissionais com conhecimento sobre o sistema.

O uso do sistema Clearfield[®] de produção alterou paradigmas, trazendo novos conceitos de manejo para cultura do arroz irrigado. Na atualidade, essa pode ser considerada a mais importante ferramenta disponibilizada aos produtores para o controle químico do arroz-vermelho, contribuindo significativamente para o incremento da produtividade nas lavouras orizícolas e evitando que as áreas de

arroz permanecessem em pousio por vários anos com objetivo de diminuir o banco de sementes do arroz-daninho no solo. Como alternativa de controle químico do arroz-vermelho, foi desenvolvido a linhagem 93AS3510 constituindo-se de plantas de arroz tolerantes aos herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas através de mutação induzida por radiação gama e/ou transformação química por etil- metanossulfonato (EMS), seguida de seleção de genótipos tolerantes aos herbicidas (CROUGHAN, 1998). O mecanismo de ação dos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr é a inibição da atividade das enzimas acetolactato sintase (ALS) e aceto-hidroxi sintase (AHAS) na rota de síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (RIZZARDI et al., 2004).

Para que as alternativas de controle do arroz-vermelho sejam efetivas e viáveis, são necessárias avaliações de todos os aspectos do sistema produtivo, desde a eficiência de controle até seus possíveis efeitos no ambiente (SANTOS et al., 2007). Nesse contexto, o uso de genótipos tolerantes a herbicidas, aliado ao uso inadequado dos produtos, pode implicar em aspectos negativos relacionados à seleção de populações de arroz-vermelho resistentes. Além disso, existe o problema da permanência do grupo das imidazolinonas no sistema produtivo, pois esses herbicidas apresentam prolongada atividade residual no solo (LOUX et al., 1989; LOUX & REESE, 1993), que pode variar de 31 a 410 dias para imazapic (GRYMES, 1995) de 60 a 360 dias para o imazethapyr (GOETZ, 1990; MANGELS, 1991) e de até 436 dias para imazapyr (COX, 1996). Essa persistência no solo impede o cultivo de outras culturas em sucessão ao arroz irrigado ou mesmo a semeadura, em anos posteriores a aplicação, de cultivares de arroz que não são tolerantes aos produtos.

Na atualidade muitos produtores de arroz, principalmente da Fronteira Oeste do RS, aplicam herbicidas não recomendados a cultura do arroz, pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas. Entretanto, esses herbicidas não controlam de modo adequado o arroz-vermelho, ou somente suprimem o desenvolvimento da planta daninha, o que com o passar do tempo irá favorecer o surgimento da resistência a essa classe de produtos pela pressão de seleção. Aliado a pouca eficácia desses produtos, na maioria das vezes contrabandeados de outros estados (São Paulo e Mato Grosso) e países vizinhos (Argentina, Uruguai e Paraguai) que são utilizados para o controle de plantas daninhas em outras culturas, eles também

ocasionam maior fitotoxicidade ao arroz se comparado aos herbicidas recomendados à cultura, além de contaminarem o ambiente e persistirem no solo por maior tempo.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o controle do arroz-vermelho e a seletividade ao arroz irrigado pela aplicação de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características do arroz-vermelho

A denominação “de arroz-vermelho” deve-se a coloração avermelhada do pericarpo dos grãos, devido ao acúmulo de tanino (OGAWA, 1992) ou de antocianina (PANTONE & BAKER, 1991). As informações em relação à origem do arroz-vermelho são divergentes. Uma teoria relata que o atrativismo, ou seja, a forma originária dos atuais cultivares de arroz possuía pericarpo vermelho. Outra teoria hipotetiza que o arroz com pericarpo vermelho surgiu em uma população de arroz branco, devido à degeneração deste. De qualquer modo, a manifestação da coloração vermelha do pericarpo do grão é proveniente de um par de genes (Rd e Rc) com dominância simples (PEDROSO, 1985). A frequência de cruzamentos naturais de arroz-vermelho com as cultivares comerciais de arroz varia desde 1% até 52%, sendo maior quanto mais se assemelham os ciclos das cultivares e dos biótipos de arroz vermelho (LANGEVIN et al., 1990).

As características predominantes de planta e de semente dos biótipos de arroz-daninho que os distinguem das cultivares de arroz são: ciclo mais longo e plantas de porte mais alto do que as cultivares modernas, colmos finos, folhas de cor verde-claro e decumbentes, alto vigor, alta capacidade de afilhamento com emissão de afilhos ontogenicamente atrasados, pericarpo de cor avermelhada, pálea e lema com variação de cor, pilosidade e aderência da pálea e lema no pericarpo, presença ou não de arista, deiscência precoce das espiguetas e sementes com dormência (DIARRA et al., 1985).

2.2 Arroz-vermelho em áreas do Rio Grande do Sul

A infestação das áreas com arroz-vermelho além de ocasionar queda na quantidade e na qualidade do produto colhido, também causa desvalorização da terra. No Rio Grande do Sul, 60% das áreas cultivadas com arroz encontram-se com média a alta infestação de arroz-vermelho, com uma população de plantas que gira em torno de 10 a 200 panículas m⁻² (MARCHEZAN et al., 2004). Os autores relatam ainda que o arroz-vermelho reduz a produtividade de grãos, deprecia o valor comercial do produto colhido, devido à redução na quantidade de grãos inteiros, à

alteração da classe do produto e a existência de grãos vermelhos após o polimento. A separação qualitativa é possível no processo de beneficiamento com ajuda de equipamentos que separam os grãos vermelhos ou quebrados do lote de arroz, aumentando o custo de produção. Para minimizar esse aumento, as indústrias receptoras de arroz classificam os lotes no recebimento de acordo com a presença de impurezas, estabelecendo preços diferenciados pagos ao produtor.

Assim, o Estado do Rio Grande do Sul perde, anualmente, cerca de 1,2 milhões de toneladas, valor equivalente a 360 milhões de dólares. Caso sejam consideradas as perdas indiretas, como elevação do custo de produção, depreciação do valor comercial das áreas de cultivo, depreciação comercial do produto colhido, desgaste do equipamento e geração de empregos, as cifras elevam-se ainda mais (MENEZES, 1996).

2.3 Controle químico do arroz-vermelho

Botanicamente, o arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) pertence à mesma família e espécie do arroz cultivado. Devido à semelhança entre ambos, o controle através do uso de herbicidas seletivos torna-se difícil, requerendo a combinação de múltiplas ações, como: emprego de sementes isentas de arroz-vermelho, mudança no sistema de cultivo, uso da rotação de culturas, manejo adequado da água de irrigação e adoção de técnicas culturais alternativas (FISCHER & RAMIREZ, 1993).

O desenvolvimento do Sistema de Produção Clearfield® (BASF, 2004) em arroz cultivado proporcionou uma estratégia de manejo eficaz no controle seletivo de plantas daninhas, pelo uso de genótipos resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

Herbicidas desse grupo são, de modo geral, móveis no xilema e no floema, podendo ser absorvidos e translocados a partir das folhas ou pelas raízes (MASSON et al., 2001). O modo de ação dos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas se dá mediante a inibição do crescimento da planta logo após a sua aplicação, sendo que, passados de 10 a 15 dias, os tecidos meristemáticos tornam-se cloróticos e, posteriormente, ocorre lenta clorose e necrose foliar (VIDAL, 1997). Estes herbicidas inibem a enzima acetolactato sintetase (ALS), que é essencial na biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada, como isoleucina, leucina e valina. Por sua vez, a resistência a estes herbicidas nas cultivares de arroz ocorre

justamente devido à alteração em sua enzima acetolactato sintetase, tornando-as até 477 vezes mais tolerantes que as enzimas de biótipos de arroz-vermelho (AVILA et al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, no município de Itaqui-RS, no ano agrícola de 2010/11, em Plintossolo Háplico distrófico (EMBRAPA, 2006), sendo preparado no sistema convencional de cultivo, ou seja, aração, gradagens e posterior entaipamento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, arranjado os tratamentos em esquema fatorial 4 x 4. Usou-se no experimento: testemunha sem aplicação, metade da dose, a dose e o dobro da dose recomendada dos herbicidas, representadas por 0; 50; 100 e 200%. O fator A foi composto pelos herbicidas e o B pelas doses dos mesmos. Os herbicidas e doses foram: imazethapyr + imazapic – Only[®] - (0; 0,5; 1,0 e 2,0 L ha⁻¹ + Dash 0,5% v/v), imazapic + imazapyr - Kifix[®] (0; 70; 140 e 280 g ha⁻¹ + Dash 0,5% v/v), imazethapyr – Pivot[®] (0; 0,75; 1,5 e 3,0 L ha⁻¹) e imazapic - Plateau[®] (0; 17,5; 35,0 e 70,0 g ha⁻¹ + Dash 0,5% v/v). Esses herbicidas são os que os orizicultores vêm utilizando para o controle do arroz-vermelho nas lavouras da Fronteira Oeste do RS, sendo que alguns (imazethapyr e imazapic) não são registrados à cultura do arroz irrigado.

A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipados com quatro bicos de pulverização tipo leque DG 110.02, mantendo-se pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida. As condições no momento da aplicação eram: alta luminosidade, temperatura de 26 °C, umidade relativa do ar de 72%, solo seco e ventos de 3 m s⁻¹. No momento da aplicação dos herbicidas o arroz encontrava-se no estágio de duas folhas a um perfilho e o arroz-vermelho de duas a quatro folhas, numa população média de 100 plantas m⁻². A dose recomendada de imazethapyr + imazapic para o controle de arroz-daninho em arroz irrigado é de 1 L ha⁻¹, de imazapic + imazapyr 140 g ha⁻¹. Os herbicidas imazethapyr e imazapic aplicou-se a média da dose que os produtores de arroz da Fronteira Oeste utilizam, sendo de 1,5L ha⁻¹ e de 35 g ha⁻¹, respectivamente.

Cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela de 11,05 m² (5 x 2,21 m), semeadas com 13 linhas de arroz. A cultivar de arroz semeada na

densidade de 80 kg ha⁻¹, em espaçamento de 0,17 m, foi a Puitá Inta-CL, sendo essa tolerante aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

As avaliações de controle foram realizadas visualmente aos 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e na pré-colheita da cultura, e as de intoxicação aos 7, 14 e 21 DAT, atribuindo-se a nota de zero (0%) aos tratamentos com ausência de controle do arroz-vermelho ou intoxicação da cultura e a nota de cem (100%) para controle total da planta daninha ou morte completa das plantas de arroz.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Sendo significativo efetuou-se análises de regressões, utilizando as médias de cada tratamento para o fator quantitativo e teste de Tukey para o fator qualitativo. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R²) e no significado biológico do modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores doses de herbicidas e herbicidas para as variáveis controle do arroz-vermelho e a fitotoxicidade ao arroz cultivado.

Os dados demonstraram, para a avaliação efetuada aos 14 dias após aplicação dos tratamentos (DAT), que houve efeito das doses dos herbicidas no controle de arroz-vermelho, ou seja, com o incremento da dose dos produtos ocorreu maior controle da planta daninha (Figura 1). Dentre os herbicidas testados o mais eficaz foi o imazapic + imazapyr já a partir da metade da dose recomendada (140 g ha^{-1}) controlou 85% do arroz-vermelho chegando a mais de 91% no dobro da dose (Figura 1 e Tabela 1). Observou-se ainda que a mistura formulada de imazethapyr + imazapic com metade da dose recomendada proporcionou controle de 58% e mesmo com o dobro da dose o máximo de controle foi de 73%, porcentagem considerada ineficaz para o controle de arroz-vermelho (SOSBAI, 2010).

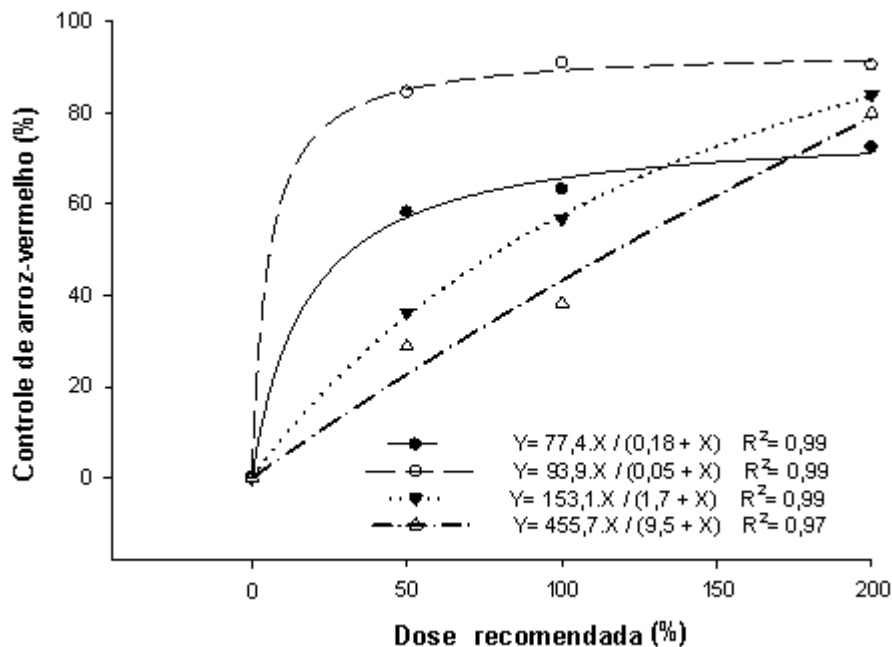


Figura 1. Controle (%) de arroz-vermelho, aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● - 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ - 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ - 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (△ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.

Os herbicidas imazethapyr e imazapic, mesmo que não sejam registrados para o controle do arroz-vermelho na cultura do arroz irrigado, vem sendo utilizados pelos orizicultores da Fronteira Oeste do RS, porém, esses ocasionaram controles máximos de 79% e 80% respectivamente, nas maiores doses avaliadas aos 14 DAT (Tabela 1). Considerando que uma planta por m² de arroz-vermelho ocasiona uma redução da produtividade de grãos do arroz cultivado de 2,1% (PANTONE & BAKER, 1991) não se considera eficiente e nem recomendável a aplicação desses produtos para controle da planta daninha em questão.

Tabela 1. Controle (%) de arroz-vermelho aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses. Itaqui-RS, 2011.

Herbicidas	Controle aos 14 DAT			
	Dose recomendada (%)			
	0	50	100	200
Imazethapyr + imazapic	0,0 a ¹	58,0 b	53,0 b	73,0 b
Imazapic + imazapyr	0,0 a	85,0 a	91,0 a	90,5 a
Imazethapyr	0,0 a	33,8 c	56,3 b	79,0 ab
Imazapic	0,0 a	35,0 c	80,0 a	42,5 c
Média Geral			48,54	
CV (%)			16,24	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de controle efetuada aos 28 DAT observou-se tendência similar não encontrado na primeira avaliação, novamente a mistura formulada de imazapic + imazapyr independente da dose avaliada sobressaiu-se aos demais produtos avaliados com aumento do controle conforme incrementou-se as doses dos herbicidas (Figura 2). Destaca-se ainda que os herbicidas não registrados à cultura (imazethapyr e imazapic) apresentaram menor índice de controle em todas as doses testadas ao se comparar a avaliação efetuada aos 14 DAT.

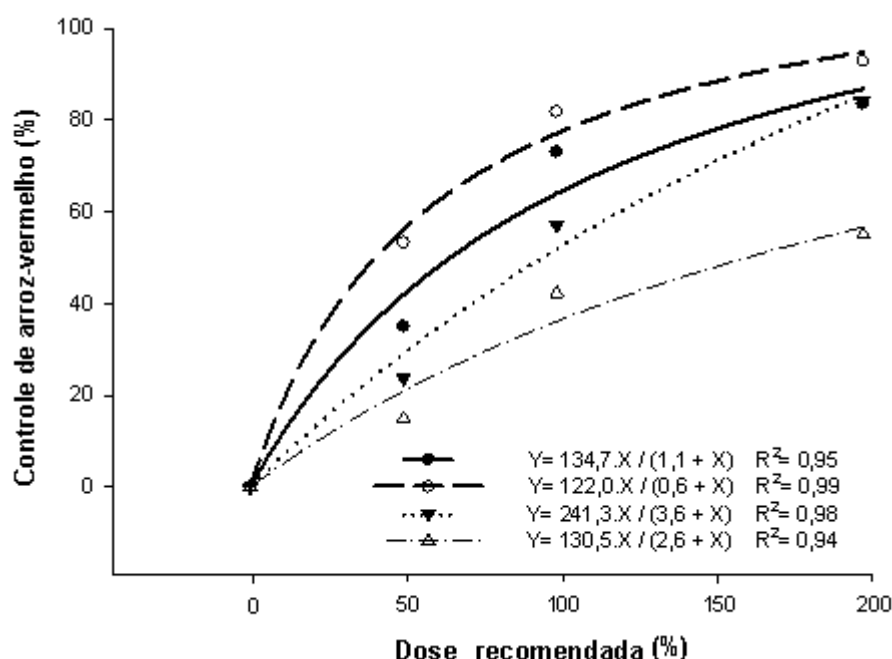


Figura 2. Controle (%) de arroz-vermelho, aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (△ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.

Comparando-se os herbicidas entre si aos 28 DAT (Tabela 2) observou-se que o imazapic + imazapyr em meia (70 g ha⁻¹) e na dose recomendada (140 g ha⁻¹) apresentou os melhores controles em relação aos demais tratamentos. Já no dobro da dose somente o imazapic apresentou controle inferior aos demais, não podendo ser recomendado para o controle de arroz-vermelho já que a porcentagem de controle foi de somente 24%, muito abaixo do mínimo necessário que é de 80% de acordo com a SOSBAI (2010).

Tabela 2. Controle (%) de arroz-vermelho aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses. Itaqui-RS, 2011.

Herbicidas	Controle aos 28 DAT			
	Dose recomendada (%)			
	0	50	100	200
Imazethapyr + imazapic	0,0 a ¹	30,0 b	61,0 b	83,5 a
Imazapic + imazapyr	0,0 a	48,8 a	81,8 a	92,8 a
Imazethapyr	0,0 a	18,8 c	55,0 b	84,3 a
Imazapic	0,0 a	7,5 d	58,8 b	23,8 b
Média Geral			40,36	
CV (%)			14,28	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A mistura formulada comercialmente composta por imazethapyr + imazapic nas doses de 1 e 2 L ha⁻¹ apresentam controles de 81 e 96 %, respectivamente (Figura 3; Tabela 3) na última avaliação em pré-colheita da cultura. As aplicações efetuadas no referido experimento foram únicas e há relatos de orizicultores da Fronteira Oeste do RS que as aplicações seqüenciais desses produtos apresentam melhores efeitos se comparado as aplicações únicas. No entanto, resultados semelhantes a esses foram encontrados por (FLECK et al., 2003) e (PINTO et al., 2003) onde os autores não encontraram diferenças de controle entre aplicações únicas ou seqüenciais utilizando o herbicida Only® para o controle do arroz-vermelho. Já o imazapic + imazapyr somente o dobro da dose recomendada é que ocasionou controle de 95%. O imazethapyr foi o único, que dentre os produtos não registrados, que no dobro da dose recomendada ocasionou controle de 91%.

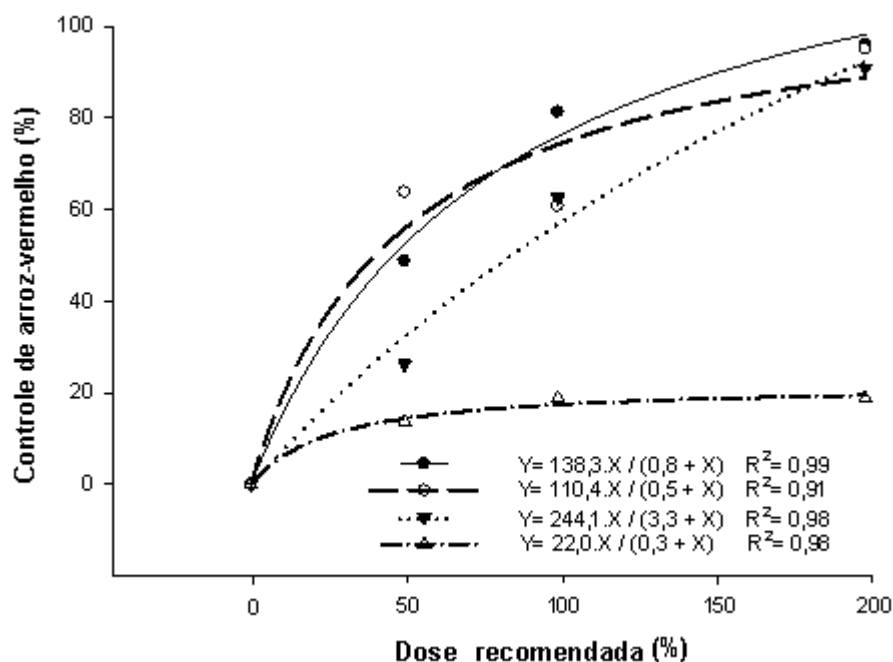


Figura 3. Controle (%) de arroz-vermelho na pré-colheita do arroz, em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only® (● - 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix® (○ - 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot® (▼ - 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau® (△ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.

Para todos os herbicidas testados, conforme incrementou-se as doses melhor foi o controle do arroz-vermelho, exceto o imazapic que não alterou o efeito ao acréscimo das doses. Ressalta-se que ao se comparar os herbicidas entre si em cada dose observou-se que o imazethapyr + imazapic ao ser aplicado metade ou a

dose recomendada foi melhor que os demais. Já no dobro da dose novamente o menos eficiente foi o imazapic, os demais tratamentos equivaleram-se entre si (Tabela 3).

Tabela 3. Controle (%) de arroz-vermelho na pré-colheita em função de herbicidas aplicados em diferentes doses. Itaqui-RS, 2011.

Herbicidas	Controle na pré-colheita			
	Dose recomendada (%)			
	0	50	100	200
Imazethapyr + imazapic	0,0 a ¹	37,5 ab	81,3 a	96,0 a
Imazapic + imazapyr	0,0 a	45,0 a	60,8 b	95,0 a
Imazethapyr	0,0 a	26,3 b	62,5 b	90,8 a
Imazapic	0,0 a	7,5 c	27,5 c	26,3 b
Média Geral			41,01	
CV (%)			16,92	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os dados relativos a seletividade dos herbicidas sobre a cultivar Puitá Inta-CL estão representados nas Figuras 4, 5 e 6. Para todos os produtos avaliados observou-se que o aumento da dose incrementou os índices de intoxicação à cultura do arroz. A mistura formulada comercialmente composta de imazapic + imazapyr demonstrou os maiores sintomas de intoxicação, com valor médio próximo a 12% (na metade da dose recomendada), seguida do imazethapyr + imazapic e imazapic (Figura 4) aos 7 DAT. Convém destacar, que ao se aplicar 70 g ha⁻¹ de imazapic os sintomas de intoxicação praticamente se equivaleram a imazapic + imazapyr.

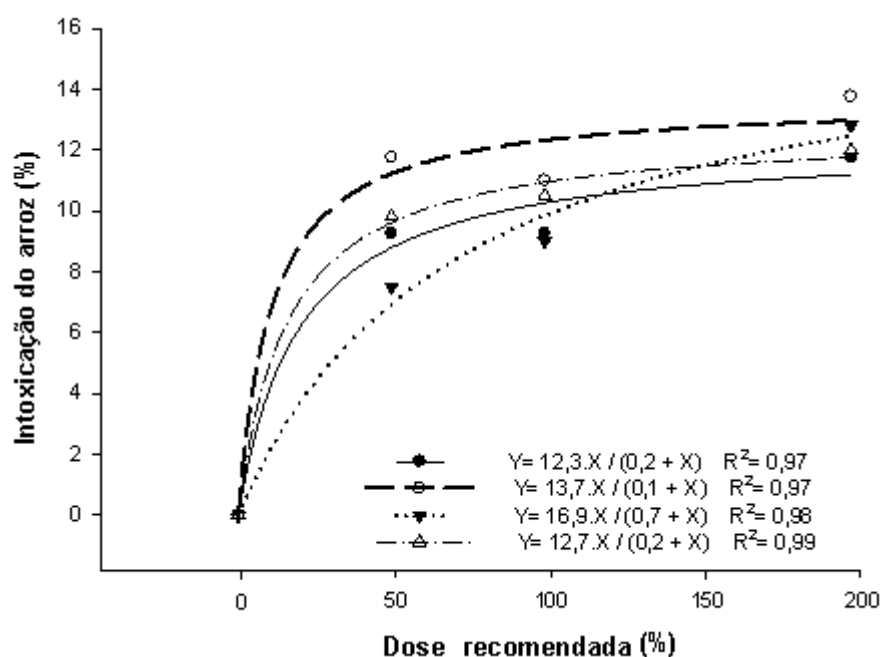


Figura 4. Intoxicação do arroz (%), aos 7 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● – 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ – 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ – 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (△ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.

Ao se comparar os herbicidas entre si em cada dose observa-se que os sintomas apresentaram similaridades quanto a intoxicação aos 7 DAT, ou seja, não houve diferença entre os produtos independentemente ao se aplicar a metade, a recomendada ou o dobro da dose (Tabela 4).

Tabela 4. Intoxicação do arroz (%) aos 7 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses. Itaqui-RS, 2011.

Herbicidas	Intoxicação aos 7 DAT			
	Dose recomendada (%)			
	0	50	100	200
Imazethapyr + imazapic	0,0 a ¹	8,3 ab	8,3 a	11,8 a
Imazapic + imazapyr	0,0 a	11,8 a	11,8 a	11,0 a
Imazethapyr	0,0 a	6,5 b	8,0 a	11,8 a
Imazapic	0,0 a	7,8 ab	10,0 a	8,5 a
Média Geral			7,20	
CV (%)			30,84	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de intoxicação efetuada aos 14 DAT observou-se que os sintomas diminuíram em relação à primeira avaliação, para todos os herbicidas avaliados (Figura 5), no entanto, seguiu-se a mesma tendência observado aos 7 DAT

em relação aos produtos mais tóxicos à cultura.

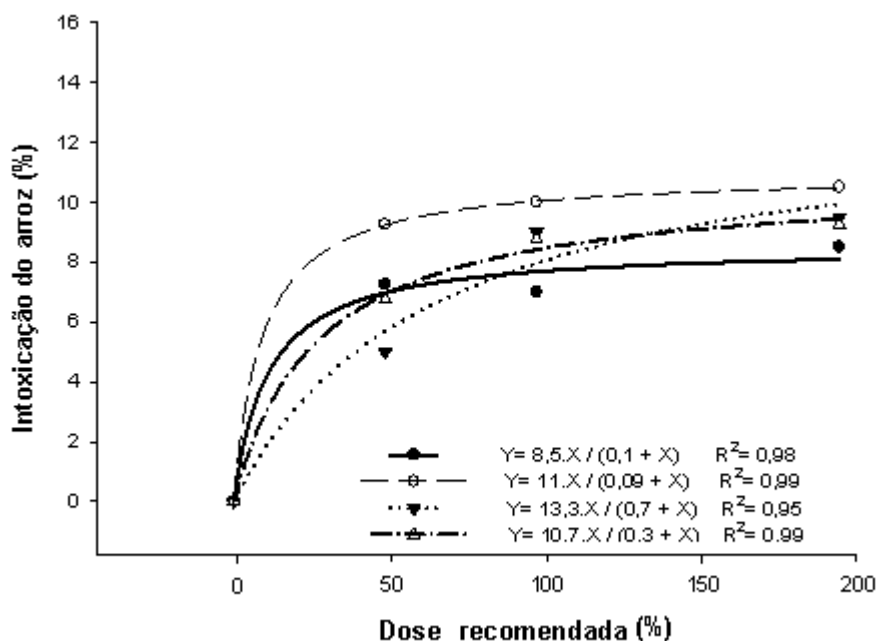


Figura 5. Intoxicação do arroz (%), aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● - 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ - 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ - 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (△ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.

Os resultados demonstram que aos 14 DAT ocorreu redução da intoxicação dos herbicidas sobre as plantas de arroz se comparada com os 7 DAT, no entanto o imazapic + imazapyr apresentou um percentual de 10% com meia dose e 11% com a dose recomendada, os herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic se igualaram com 7,3% de intoxicação com meia dose seguidos do imazethapyr com percentual inferior de 5%. Com o dobro da dose recomendada, os herbicidas não diferenciaram entre si (Tabela 5).

Tabela 5. Intoxicação do arroz (%) aos 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses. Itaqui-RS, 2011.

Herbicidas	Intoxicação aos 14 DAT			
	Dose recomenda (%)			
	0	50	100	200
Imazethapyr+imazapic	0,0 a ¹	7,3 ab	7,0 b	8,5 a
Imazapic + imazapyr	0,0 a	10,0 a	11,0 a	8,3 a
Imazethapyr	0,0 a	5,0 b	9,5 ab	9,5 a
Imazapic	0,0 a	7,3 ab	8,8 ab	9,0 a
Média Geral			6,31	
CV (%)			25,18	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 21 DAT percebe-se que as injúrias ao arroz praticamente desapareceram, com índice máximo de 3% de intoxicação ocasionada pelos herbicidas imazapic + imazapyr e imazethapyr nas maiores doses aplicadas sobre a cultivar Puitá Inta-CL (Figura 6). Isso demonstra que a cultura consegue recuperar-se dos sintomas de injúrias provocadas pelos herbicidas, pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas ou inibidores da enzima acetolactato sintetase (ALS), mesmo aqueles que não são recomendados. E a partir dos 28 DAT não se constatou sintomas de injurias sobre as plantas de arroz (dados não apresentados), desaparecendo por completos com o surgimento de novas folhas.

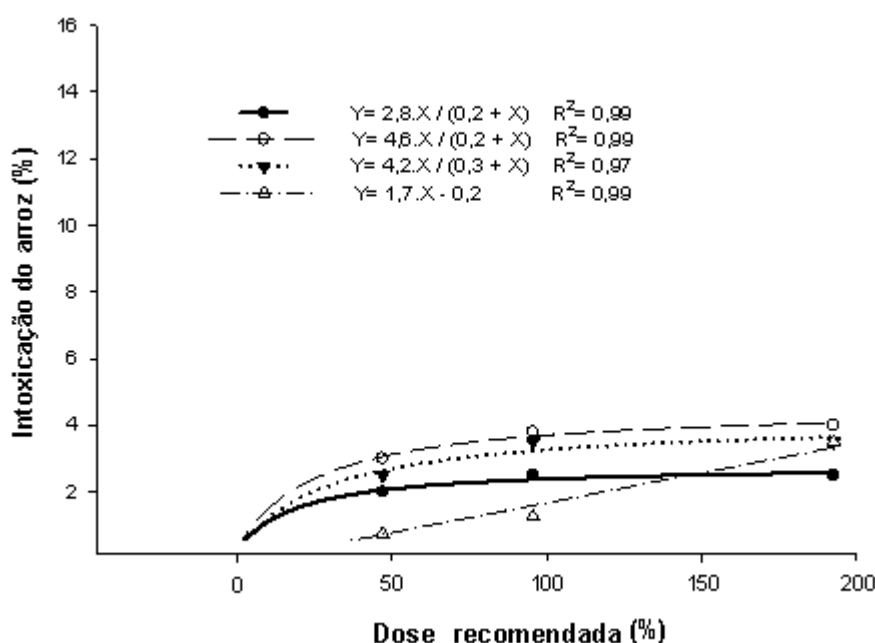


Figura 6. Intoxicação do arroz (%), aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses múltiplas da recomendada dos herbicidas imazethapyr + imazapic-Only[®] (● - 0; 50; 100 e 200 %), imazapic + imazapyr-Kifix[®] (○ - 0; 50; 100 e 200 %), imazethapyr-Pivot[®] (▼ - 0; 50; 100 e 200 %) e imazapic-Plateau[®] (Δ - 0; 50; 100 e 200 %) à cultura do arroz irrigado. Itaqui-RS, 2011.

Os herbicidas não demonstraram diferença na última avaliação intoxicação efetuada aos 21 DAT com a metade e a dose recomendada. Já no dobro da dose, o imazethapyr apresentou o percentual mais elevado de intoxicação com 4,3%, seguido do imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr com 4% e 2,8%

respectivamente, o imazapic foi o que menor intoxicação ocasionou com 1,5% (Tabela 6).

Tabela 6. Intoxicação do arroz (%) aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em função de herbicidas aplicados em diferentes doses. Itaqui-RS, 2011.

Herbicidas	Intoxicação aos 21 DAT			
	Dose recomendada (%)			
	0	50	100	200
Imazethapyr + imazapic	0,0 a ¹	2,0 a	3,0 a	4,0 ab
Imazapic + imazapyr	0,0 a	2,5 a	3,8 a	2,8 ab
Imazethapyr	0,0 a	1,3 a	2,5 a	4,3 a
Imazapic	0,0 a	1,8 a	1,5 a	1,5 b
Média Geral			1,92	
CV (%)			74,53	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que a aplicação de herbicidas não recomendados à cultura do arroz irrigado quando aplicados com 50 e 100 % da dose não diferenciaram dos recomendados e com 200 %, o imazapic possui a menor intoxicação.

5 CONCLUSÃO

As misturas formuladas comercialmente compostas de imazapic + imazapyr a partir da dose recomendada (140 g ha^{-1}) e de imazethapyr + imazapic no dobro da dose recomendada (2 L ha^{-1}) foram eficientes para o controle de arroz-vermelho em arroz irrigado em aplicação única.

Essas mesmas misturas também foram seletivas a cultivar de arroz irrigado Puitá Inta-CL, independentemente das doses aplicadas dos produtos.

6 REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

AVILA, L.A. et al. The effect os flooding time and red rice control with Newpath applied at different rice stages. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY MEETING, 56., 2003. Proceedings... SWSSA, 2003, p.48

BASF BRASILEIRA. **Sistema Clearfield de Produção**. 2004. Disponível em:http://agro.basf.com.br/hotsites/clearfield/clearfield_arroz/cleararroz.asp?area=3. Acesso em: 28 de nov. de 2011.

COX, C. Imazapyr: herbicide factsheet. **Journal of Pesticide Reform Imazapyr**, v.16, n.3, p.16-20, 1996.

CROUGHAN, T. P. **Herbicide resistant rice**. Patent U.S., n.5,773,704. 6-30-1998.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 412 p.

FISCHER, A.J., RAMIREZ, A. Red rice (*Oryza sativa*): competition studies for management decisions. **International Journal of Pest Management**, v.39, n.2, p.133-138, 1993.

FLECK, N.G. et al. Controle químico seletivo de angiquinho e arroz-vermelho em arroz irrigado utilizando o sistema Clearfield®. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 43.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú - SC. **Anais...** Itajai: EPAGRI, 2003. p.465-467.

GOETZ, A.J. Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Science**, v.38, n.2, p.421-428, 1990.

GRYMES, C.F. Response of soybean (*Glycine max*) and rice (*Oryza sativa*) in rotation to AC 263222. **Weed Technology**, v.9, p.504-511, 1995.

LANGEVIN, A.S., CLAY, K., GRACE, J.B. The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed rice (*Oryza sativa* L.). **Evolution**, v.44, n.4, p.1000-1008, 1990.

LOUX, M.M. et al. Availability and persistence of imazaquin, imazethapyr and clomazone in soil. **Weed Science**, v.37,n.2, p.259-267, 1989.

LOUX, M.M.; REESE, K.D. Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. **Weed Science**, v.40, n.3, p.490-496, 1993.

MANGELS, G. Behavior of the imidazolinone herbicides in soil: a review of the literature. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S. L. **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC, 1991. p.191-209.

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 Technology**, v.15, p.103-106. 2001.

MENEZES, V.G. **Manejo de arroz vermelho através do tipo de arranjo de plantas de arroz irrigado no sistema de cultivo mínimo**. Porto Alegre, 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

MENEZES, V. G. et al. Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta Daninha**, v. 27, número: especial, p. 1047-1052, 2009.

OGAWA, M. Red rice. **Chemistry and organisms**, v.30, n.6, p.385-388, 1992.

PANTONE, D. J.; BAKER, J. B. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. **Weed Science**, v. 39, n. 1, p. 42-47, 1991.

PEDROSO, B.A. Biologia e importância do arroz vermelho. **Lavoura Arrozeira**, v.38, n.359, p.37-38, 1985.

PINTO, J.J.O. et al. Controle de arroz-daninho através do sistema de manejo Clearfield®. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 43.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú - SC. **Anais...** Itajai: EPAGRI, 2003. p.468-470.

RIZZARDI, M. A. et al. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 105-144

SANCHEZ-OLQUIN, E. et al. Vegetative and reproductive development of Costa Rican weedy rice compared with commercial rice (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 13-23, 2007.

SANTOS, F. M. et al. Controle químico de arroz-vermelho na cultura do arroz irrigado. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 405-412, 2007.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2010. 188p.

VIDAL, R. A. **Herbicidas**: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: R. A. Vidal, 1997. 165p.