



## ESPÉCIES TOLERANTES AOS HERBICIDAS DO GRUPO DAS IMIDAZOLINONAS COM POTENCIAL DE USO EM FITORREMEDIAÇÃO

GUIMARÃES, S. (UNIPAMPA – Campus Itaqui - sergioguimaraessg@hotmail.com), GALON, L. (UFFS – Campus Erechim/RS – leandro.galon@uffs.edu.br), LIMA, A.M. (UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS), BASTIANI, M.O. (UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS), BELARMINO, J.G. (UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS - juzinha\_belarmino@hotmail.com), BURG, G.M. (UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS), ZANDONÁ, R.R. (UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS), CONCENÇO, G. (EMBRAPA, CPAO, Dourados/MS, germani@cpao.embrapa.br), SILVA, A.F. (EMBRAPA, CNPMS, Sete Lagoas/MG, alexandre.silva@cpnms.embrapa.br)

**RESUMO:** Objetivou-se com trabalho avaliar a tolerância de espécies aos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr e consequentemente serem utilizadas na fitorremediação de solos contaminados com esses produtos. O experimento foi instalado em casa de vegetação em delineamento de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 2 x 3 x 6, com três repetições. O fator A foi composto pelos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr, o B pelas doses desses (0, 1 e 2 vezes a dose recomendada) e o C pelas espécies (*Brassica napus*, *Festuca arundinaceae*, *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* e *Vicia sativa*). As variáveis avaliadas foram fitotoxicidade, área foliar e massa seca da parte aérea das plantas aos 60 dias após a emergência. Em geral as espécies *B. napus* e *F. arundinaceae* foram menos tolerantes aos herbicidas em todas as doses testadas, apresentando 100% de fitotoxicidade, ou seja, a morte completa das plantas. Dentre as espécies avaliadas a *V. sativa* foi a mais tolerante aos herbicidas demonstrando potencial para ser usada com fitorremediadora de solos contaminados com os herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr aplicados no controle de arroz-vermelho em lavouras de arroz irrigado.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, inibidores de ALS, resíduos em solos.

### INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul (RS) apresenta a maior área semeada e a mais alta produtividade de grãos de arroz irrigado, consolidando-se como o principal produtor do Brasil. Entretanto, sabe-se que esses resultados de produtividade estão aquém daqueles obtidos nos campos experimentais. Entre as prováveis causas desta situação destaca-se a

ocorrência de plantas daninhas como fator limitante do potencial de produtividade da cultura ou em função das práticas inadequadas de manejos adotadas pelos orizicultores.

Dentre as espécies de plantas daninhas que infestam as lavouras de arroz do RS destaca-se o arroz-vermelho. Essa ocasiona elevadas perdas econômicas, tanto em rendimento quanto em qualidade dos grãos colhidos, onera os custos de produção pela necessidade de controle, ocasiona problemas operacionais na colheita, secagem e beneficiamento, além de reduzir o valor comercial da terra.

O desenvolvimento de genótipos de arroz tolerantes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, chamado de sistema Clearfield® de produção, proporcionou uma alternativa eficaz e prática para o controle seletivo do arroz-vermelho em lavouras de arroz. A seletividade desses produtos foi conseguida através da mutação induzida por radiação gama ou a transformação química por etil metanossulfonato (Croughan, 1998). Desse modo, desenvolveram-se plantas de arroz capazes de tolerar os herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr os quais inibem a enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela síntese de aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina.

Os herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas, possuem características físico-químicas que lhes permitem persistir no ambiente por longos períodos (Vencill, 2002). Na busca de alternativas para minimizar esse problema, tem-se difundido o uso de plantas tolerantes para a remoção de determinados produtos. Essa técnica é conhecida como fitorremediação e seu emprego tem sido indicado em áreas contaminadas com substâncias orgânicas e inorgânicas (Santos et al. 2007). No entanto, solos contaminados com herbicidas apresentam certas limitações à seleção de espécies, por serem, muitas vezes, tóxicos às plantas fitorremediadoras, principalmente onde estão presentes compostos de amplo espectro de ação.

Para utilizar a técnica de fitorremediação como alternativa de descontaminação de solos que contenham herbicidas persistentes torna-se necessário a seleção de plantas que sejam capazes de remover do solo e ao mesmo tempo que sejam tolerantes aos produtos. Desse modo objetivou-se com trabalho avaliar a tolerância de espécies aos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr e conseqüentemente serem utilizadas na fitorremediação de solos contaminados com os produtos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado em casa de vegetação nos meses de junho a agosto de 2011. A semeadura das espécies foi efetuada um dia antes da aplicação dos herbicidas, em vasos plásticos com capacidade para 6 dm<sup>3</sup>, preenchidos com solo previamente corrigido quanto a fertilidade. O delineamento adotado foi de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 2 x 3 x 6, com três repetições. O fator A foi composto pelos herbicidas

(imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr), o B pelas doses de imazethapyr + imazapic (0, 1 e 2 L ha<sup>-1</sup>) e imazapic + imazapyr (0, 140 e 280 g ha<sup>-1</sup>), considerando essas como sem herbicida (0), a recomendada (1) e o dobro da dose (2) e o C pelas espécies (*Brassica napus*, *Festuca arundinaceae*, *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* e *Vicia sativa*). A dose recomendada de imazethapyr + imazapic para o controle de arroz-vermelho em arroz irrigado é de 1 L ha<sup>-1</sup> e do imazapic + imazapyr 140 g ha<sup>-1</sup> (Sosbai, 2010). Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal de precisão, equipado com duas pontas de pulverização da série TT 110.02, as quais aspergiram um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>.

As variáveis avaliadas foram fitotoxicidade, área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS) das plantas aos 60 dias após a emergência. A fitotoxicidade foi determinada visualmente, atribuindo-se notas de 0% (ausência de injúria) e 100% (morte completa das plantas). Aferiu-se a AF foi com medidor eletrônico modelo Licor (3100), após as plantas foram alocadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 72 ± 5 °C, até atingir massa constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância, através do teste F e quando significativo aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias. Todos os testes foram efetuados a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores testados para todas as variáveis estudadas. Ressalta-se, no entanto que mesmo que tenha ocorrido interação entre os fatores não foram comparado as espécies entre si e sim cada espécie para as doses e herbicidas, já que cada uma apresenta característica genética distinta não sendo conveniente efetuar a comparação.

Os resultados demonstraram que as espécies *B. napus* e *F. arundinaceae* não toleraram as duas doses testadas de imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr, sendo a fitotoxicidade de 100%, ou seja, ocorreu a morte completa das plantas. As plantas de *L. multiflorum* também morreram ao se aplicar 280 g ha<sup>-1</sup> de imazapic + imazapyr e o *L. corniculatus* e o *T. repens* ao se aplicar 140 ou 280 g ha<sup>-1</sup> desse herbicida (Tabela 1). O incremento da dose de imazethapyr + imazapic ocasionou aumento da fitotoxicidade em *L. multiflorum*, *L. corniculatus*, *T. repens* e *V. sativa*, sendo a mesma tendência observada para o imazapic + imazapyr quando aplicado em *L. multiflorum* e *V. sativa*.

Ao se aplicar 140 ou 280 g ha<sup>-1</sup> de imazethapyr + imazapic observou-se que esse ocasionou a morte de *B. napus* e da *F. arundinacea* nas duas doses (Tabela 1). Nas demais espécies à medida que incrementou-se a dose ocorreram os maiores danos nas variáveis

AF e MS, exceto para a AF em *L. corniculatus* e *V. sativa*, onde as três doses equivaleram-se estatisticamente entre si, respectivamente.

A *B. napus*, *F. arundinacea*, *L. corniculatus* e *T. repens*, acabaram morrendo ao se aplicar as doses de 140 ou 280 g ha<sup>-1</sup> de imazapic + imazapyr, por isso não foi possível a aferição das variáveis AF e MS (Tabela1).

Ao se comparar os herbicidas entre si, para as espécie *L. multiflorum*, *L. corniculatus*, *T. repens* e *V. sativa*, observou-se de modo geral, para todas as variáveis estudadas que o imazapic + imazapyr demonstrou maior toxicidade que o imazethapyr + imazapic, por aumentar a fitotoxicidade e reduzir os valores de AF e MS, sendo que estatisticamente esses resultados diferirem entre si (Tabela 1). Para as demais espécies os valores não diferiram em função de ter ocorrido a morte das plantas ao se aplicar um ou outro herbicida na dose recomendada ou no dobro dessa.

## CONCLUSÕES

As espécies avaliadas apresentam diferenças quanto a tolerância aos herbicidas avaliados e também quanto a dose aplicada desses em pré-emergência. As espécies *B. napus* e *F. arundinaceae* foram as menos tolerantes a aplicação dos herbicidas. O *L. corniculatus* e o *T. repens* ficaram em patamares intermediários de tolerância. A *V. sativa* apresenta potencial para ser usada com espécie fitorremediadora de solos contaminadas com os herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr, seguida pela espécie *L. multiflorum*, que tolerou a mistura comercial de imazethapyr + imazapic. Estudos futuros serão realizados para comprovar o potencial de fitorremediação da *V. sativa* ou do *L. multiflorum*, a campo após a aplicação de imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr, na dose recomendada para o controle de arroz-vermelho em lavouras de arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CROUGHAN, T. P. Application of tissue culture techniques to the development of herbicide resistant rice. **Louisiana Agriculture**, v.37, n.1, p.25-26, 1998.
- SANTOS, E. A. et al. Fitoestimulação por *Stizolobium aterrimum* como processo de remediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.259-265, 2007.
- SOSBAI - Sociedade sul-brasileira de arroz irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves-RS: SOSBAI, 2010.188p.
- VENCILL, W. L. et al. **Herbicide handbook**. 8th Ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 493p.

**Tabela 1.** Fitotoxicidade (%), área foliar (cm<sup>2</sup>/vaso) e massa seca (g/vaso) das espécies submetidas a aplicação de doses de imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr. Itaqui-RS, 2011.

Espécies	Dose	Herbicida			
		imazethapyr + imazapic		imazapic + imazapyr	
Fitotoxicidade (%)					
<i>Brassica napus</i>	0	0,0	Aa <sup>1</sup>	0,0	Aa
	1	100,0	Ba	100,0	Ba
	2	100,0	Ba	100,0	Ba
<i>Festuca arundinaceae</i>	0	0,0	Aa	0,0	Aa
	1	100,0	Ba	100,0	Ba
	2	100,0	Ba	100,0	Ba
<i>Lolium multiflorum</i>	0	0,0	Aa	0,0	Aa
	1	48,3	Ba	80,0	Bb
	2	65,0	Ca	100,0	Cb
<i>Lotus corniculatus</i>	0	0,0	Aa	0,0	Aa
	1	25,0	Ba	100,0	Bb
	2	50,0	Ca	100,0	Bb
<i>Trifolium repens</i>	0	0,0	Aa	0,0	Aa
	1	36,7	Ba	100,0	Bb
	2	71,7	Ca	100,0	Bb
<i>Vicia sativa</i>	0	0,0	Aa	0,0	Aa
	1	13,3	Ba	41,7	Bb
	2	23,3	Ba	53,3	Cb
Área foliar					
<i>Brassica napus</i>	0	1682,7	Aa <sup>1</sup>	1679,1	Aa
	1	0,0	Ba	0,0	Ba
	2	0,0	Ba	0,0	Ba
<i>Festuca arundinaceae</i>	0	838,4	Aa	835,7	Aa
	1	0,0	Ba	0,0	Ba
	2	0,0	Ba	0,0	Ba
<i>Lolium multiflorum</i>	0	1381,0	Aa	1374,8	Aa
	1	865,0	Ba	168,4	Bb
	2	241,7	Ca	0,0	Cb
<i>Lotus corniculatus</i>	0	252,1	Aa	245,9	Aa
	1	146,7	Ba	0,0	Bb
	2	131,3	Ba	0,0	Bb
<i>Trifolium repens</i>	0	410,5	Aa	420,5	Aa
	1	152,9	Ba	0,0	Bb
	2	70,8	Ca	0,0	Bb
<i>Vicia sativa</i>	0	202,1	Aa	200,5	Aa
	1	157,7	Aa	146,7	ABa
	2	149,6	Aa	101,4	Ba
Massa seca					
<i>Brassica napus</i>	0	11,5	Aa <sup>1</sup>	11,3	Aa
	1	0,0	Ba	0,0	Ba
	2	0,0	Ba	0,0	Ba
<i>Festuca arundinaceae</i>	0	6,4	Aa	6,5	Aa
	1	0,0	Ba	0,0	Ba
	2	0,0	Ba	0,0	Ba
<i>Lolium multiflorum</i>	0	18,2	Aa	18,2	Aa
	1	7,1	Ba	3,3	Bb
	2	3,2	Ca	0,0	Cb
<i>Lotus corniculatus</i>	0	2,0	Aa	2,0	Aa
	1	0,7	Ba	0,0	Bb
	2	0,5	Ba	0,0	Bb
<i>Trifolium repens</i>	0	4,0	Aa	3,8	Aa
	1	1,8	Ba	0,0	Bb
	2	0,6	Ca	0,0	Bb
<i>Vicia sativa</i>	0	11,8	Aa	11,4	Aa
	1	10,4	Ba	6,7	Bb
	2	7,8	Ca	5,1	Cb

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.