

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MILHO SEMEADO EM ROTAÇÃO COM ARROZ CLEARFIELD®

SOUSA, P. C.<sup>1</sup>; SILVEIRA, R. C.<sup>2</sup>; BORTOLI, A. C.<sup>2</sup>; FARIAS, M. E.<sup>2</sup>; MARTINAZZO, E.<sup>3</sup> PINTO, J. O.<sup>4</sup>; BACARIN, M. A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Depto. Botânica, IB/UFPel, 96010-900, Pelotas-RS, Mestranda CAPES: [camilafepi@hotmail.com](mailto:camilafepi@hotmail.com);  
<sup>2</sup>Acadêmico Agronomia UFPel; <sup>3</sup>Doutoranda CAPES, Depto. Botânica, IB/ UFPel; <sup>4</sup>Prof. Dr. Depto. de Fitossanidade, FAEM/UFPel; <sup>5</sup>Prof. Dr. Depto. Botânica, IB/UFPel.

### Resumo

Este trabalho determinou, por bioensaio, o efeito residual do herbicida Only® (imazethapyr+imazapic) nas plantas de milho semeadas 1100 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. O estudo foi realizado em casa de vegetação no município de Capão do Leão/RS, utilizando um sistema de sucessão/rotação. A primeira etapa teve início em setembro de 2006, com a semeadura do arroz, cv IRGA 422 CL, seguida da aplicação de quatro tratamentos herbicidas num delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Utilizaram-se doses de 0, 100, 150 e 200 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial Only®, acrescido de 0,5% do adjuvante Dash®. Após a colheita do arroz no sistema de sucessão/rotação foram semeadas aveia-preta, milho “safra”, milho “safrinha”, arroz e por fim, em novembro de 2009, milho novamente. O solo permanecia em repouso e sem irrigação no período em que estava sem cobertura. Foram semeadas sob as parcelas 15 sementes de milho cv. PZ677, da safra 2007/2008, sendo estas desbastadas para 10 plantas após a germinação. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, totalizando quatro repetições por tratamento. Os tratamentos avaliados são o residual do herbicida Only® aplicado na safra 2006/2007 sob as plantas de arroz CL. As parcelas foram mantidas com irrigação conforme a necessidade das plantas. Quando as plantas de milho encontravam-se com quatro ou cinco folhas, na parcela testemunha, foram avaliadas as variáveis altura de plantas e massa seca da parte aérea. Os dados gerados foram submetidos à análise da variância ( $p \leq 0,05$ ); em sendo significativos, estes foram testados por modelos de regressão polinomial. Conclui-se que há presença de atividade residual do herbicida Only® (imazethapyr+imazapic) do grupo das imidazolinonas, em casa-de-vegetação, para a cultura do milho semeado em rotação ao arroz CL, por um período de até 1100 DAA, afetando negativamente a altura de plantas e a massa seca da parte aérea desta espécie.

**Palavras-chave:** Only®, persistência, *Zea mays*, residual.

### Abstract

This research determined, by bioassay, the residual effect of herbicide Only® (imazethapyr+imazapic) in corn sowed 1100 days after application of herbicide. Research was conducted in a greenhouse, at Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão-RS, southern Brazil, using a succession / rotation system. The first phase began in September 2006 with sowing of rice, cv IRGA 422 CL, followed by the application of four treatments in a randomized block design, with four replications. Doses used were of 0, 100, 150 and 200 g ha<sup>-1</sup> of the commercial product Only®, with surfactant Dash® added at 0,5% v/v. Rice was harvested in the succession/rotation system and then were sowed oats, main corn crop, minor corn crop, rice, and finally, in November 2009, corn again. The soil remained at rest and without irrigation in the period when it was uncovered. Were sown in the plots 15 corn seeds, cv. PZ677, the 2007/2008 crop, which were thinned to 10 plants after germination. The experimental design was randomized blocks, totaling four replicates per treatment. The treatments were the residual herbicide Only® applied in the 2006/2007 to CL rice. The plots were maintained irrigated as plants need it. When corn plants were four or five leaves, plot control were measured for variables plant height and aboveground dry biomass. Data were subjected to analysis of variance ( $p \leq 0.05$ ), if significant, they were tested by polynomial regression models. We concluded that there was residual activity of the herbicide Only® (imazethapyr+imazapic), in a greenhouse, for the corn crop planted in rotation with rice CL, for a period of 1100 DAA, negatively affecting plant height and aboveground dry biomass of this species.

**Key Words:** Only®, persistence, *Zea mays*, residue.

## Introdução

O arroz vermelho é a principal invasora das lavouras de arroz no Rio Grande do Sul (RS) e caracteriza-se por apresentar diferentes ecótipos, distribuídos nas diferentes regiões orizícolas do estado (Lopes et al., 2007). Atualmente, muitas lavouras infestadas por esta planta daninha estão adotando o Sistema de Produção Clearfield®, o qual possibilita o controle químico do arroz vermelho em lavouras de arroz cultivado, por meio do uso de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas em cultivares de arroz tolerantes (Croughan, 1994). Uma das principais características dos herbicidas desse grupo é a prolongada atividade residual no solo (Loux e Reese, 1993)

A persistência no solo é uma característica de alguns grupos químicos de herbicidas, ou ainda de herbicidas específicos, podendo ser desejável ou não. Esta persistência é positiva quando resulta em período suficiente para manter a cultura livre da competição de plantas daninhas (Gazziero et al., 1997). Todavia é indesejável quando resulta em injúrias para culturas em sucessão ou em aumento de riscos de contaminação ambiental.

Estudos sobre a presença de resíduos em solos do herbicida imazethapyr, após aplicação de 200 g ha<sup>-1</sup>, mostraram injúrias e queda de produtividade nas culturas de milho, mostarda, girassol e trigo em até um ano após a aplicação; em canola, em até dois anos; e em batata e beterraba açucareira, em até três anos após a aplicação do produto. (Moyer e Esau, 1996).

A diversidade de fatores relacionados à velocidade de degradação de um herbicida dificulta estimar o tempo necessário para sua dissipação após a sua aplicação, uma vez que, este passa a ter no ambiente um conjunto de condições e de variáveis que podem influenciar sua meia-vida.

Os fatores climáticos também influenciam grandemente na persistência de herbicidas no solo (Flint e Witt, 1997). Alguns estudos vêm sendo realizados visando detectar a atividade residual da mistura formulada dos herbicidas imazethapyr+imazapic, visto que esta vem sendo amplamente utilizada na cultura do arroz irrigado (Pinto, 2008).

Sabe-se que além da utilização do sistema Clearfield®, também vem sendo empregada como técnica eficiente de controle do arroz-vermelho a rotação do arroz irrigado com sorgo, milho ou soja, pois essas espécies requerem condições diferenciadas de manejo de água e solo e utilizam herbicidas diferentes dos aplicados no arroz, fatores que favorecem a redução da dominância de espécies concorrentes (Theisen et al., 2008). Além do controle do arroz-vermelho, a rotação de culturas também contribui para o incremento da produtividade de grãos do arroz irrigado (Montealegre e Vargas, 1989) porque, em solos alagados, há formação de ácidos orgânicos, que são prejudiciais ao desenvolvimento do arroz (Sousa et al., 2002). Porém, a presença de resíduos de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas pode afetar o desenvolvimento de culturas não-tolerantes semeadas em sucessão ou rotação ao arroz irrigado, como, por exemplo, o milho.

O objetivo do presente trabalho foi determinar, por meio de bioensaio, o efeito residual da mistura comercial dos herbicidas imazethapyr e imazapic nas plantas de milho semeado 1100 dias após a aplicação dos herbicidas.

## Material e métodos

O estudo foi realizado em casa de vegetação, pertencente à FAEM/UFPel, localizada no município de Capão do Leão/RS. O experimento foi conduzido no período que compreende as safras 2006/2007 à 2009/2010, sob um sistema de sucessão/rotação das espécies de arroz, aveia-preta, milho “safra”, milho “safrinha”, arroz e por último milho novamente. Inicialmente no mês de setembro de 2006, ocorreu a semeadura do arroz, cv IRGA 422 CL, seguida da aplicação de quatro tratamentos herbicidas num delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por caixas de polietileno (60 cm de comprimento x 40 cm de largura x 20 cm de estatura), cada uma contendo 50 kg de solo do tipo Planossolo Háplico Eutrófico solódico (Embrapa, 2006). Foram sorteados e aplicados os tratamentos do produto comercial Only® nas doses de 0, 100, 150 e 200 g ha<sup>-1</sup>, acrescido de 0,5% do adjuvante Dash®. A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, com barra e dois bicos leque (110.02), proporcionando a aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup> de calda herbicida nas parcelas. A partir do sétimo dia após a aplicação dos tratamentos (DAA), as parcelas foram mantidas com lâmina d’água de 4,0 cm, aproximadamente, até a maturação do arroz. Após a colheita do arroz, o solo permaneceu nas caixas de polietileno, sem irrigação, por um período de 45 dias, até o início da segunda etapa do trabalho, quando foi semeada aveia-preta (*Avena strigosa*), em

sucessão a cultura do arroz CL, sendo a aveia-preta colhida quando as plantas encontravam-se em estágio de dois e três afilhos. Após a colheita da aveia-preta, o solo permaneceu mantido sem irrigação até o início da próxima etapa, que consistiu na instalação, no mesmo substrato e em seqüência, de dois experimentos com a cultura do milho. No primeiro o milho foi semeado na época correspondente à “safra”, em novembro de 2007, sob a resteva da aveia-preta. No segundo, deu-se a semeadura do milho “safrinha”, em fevereiro de 2008. Em ambos os experimentos com a cultura do milho as plantas foram coletadas quando apresentavam entre quatro e cinco folhas. Após a colheita do milho “safrinha” as bandejas foram mantidas em repouso e sem irrigação até novembro de 2008, quando foram semeadas quatro cultivares de arroz, BRS Querência, BRS Atalanta, IRGA 417 e Avaxi CL. A colheita ocorreu quando as plantas encontravam-se em estágio V6. Após a colheita do arroz, o solo foi mantido em repouso e novamente sem irrigação. Por fim, em novembro de 2009 foram semeadas 15 sementes de milho sob as parcelas (caixas de polietileno que receberam a sucessão/rotação como descrito acima), que após a germinação foram desbastadas para 10 plantas por parcela. A semente de milho utilizada foi PZ 677, da safra 2007/2008. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, totalizando quatro repetições por tratamento. Os tratamentos avaliados são o residual do herbicida Only® aplicado na safra 2006/2007 sob as plantas de arroz CL. As parcelas foram mantidas com irrigação conforme a necessidade das plantas.

Foram avaliadas as variáveis-resposta altura de plantas e massa seca da parte aérea (MSA). A altura de plantas foi avaliada quando as plantas de milho apresentavam de quatro a cinco folhas na parcela testemunha, medindo-se a distância entre o colo da planta até o ápice da folha mais jovem. Após, as plantas coletadas foram transferidas para uma estufa de circulação forçada de ar em temperatura de  $50 \pm 5^\circ\text{C}$  até atingir massa constante.

Os dados gerados foram submetidos à análise da variância ( $p \leq 0,05$ ); em sendo significativos, estes foram testados por modelos de regressão polinomial (Machado e Conceição, 2007). A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no significado biológico do modelo, conforme o proposto por Adati et al. (2006). Para a plotagem das figuras foi utilizado o programa SigmaPlot, versão 10.0.

## Resultados e discussão

Na análise dos dados gerados foram identificadas diferenças significativas no efeito residual herbicida entre as doses de (imazethapyr+imazapic) para as duas variáveis estudadas.

O resultado relativo à altura de plantas (Figura 1) encontra-se representado por uma equação linear acompanhada do seu respectivo coeficiente de determinação (0,93) demonstrando que os dados obtidos ajustam-se ao modelo utilizado. A altura de plantas, comparativamente ao tratamento testemunha, sofreu redução significativa de 18 e 35 %, respectivamente para as doses de 100 e 200 g  $\text{ha}^{-1}$  de (imazethapyr+imazapic). Os resultados também demonstraram que aumentos na dose determinaram maior atividade fitotóxica do herbicida Only® presentes no solo aos 1100 dias após a sua aplicação inicial. O indicativo de permanência no solo deste herbicida por meio de análise da variável da altura do milho, encontrado neste trabalho, corrobora os estudos de Barnes et al. (1989), quando relataram que a altura de plantas em espécies sensíveis é boa indicadora da atividade residual do herbicida imazethapyr. Pinto et al. (2009) também observaram redução no porte das plantas de milho semeados em rotação ao arroz CL.

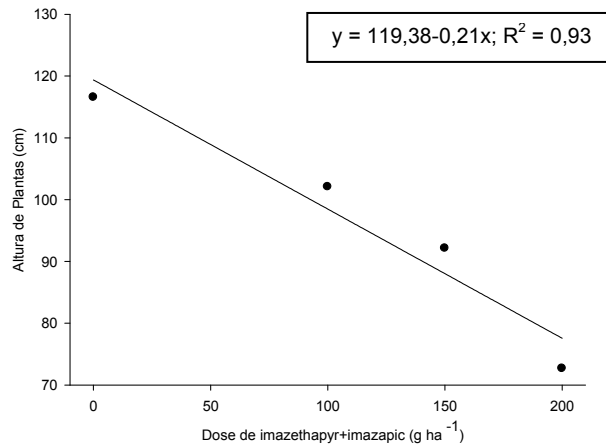


Figura 1. Efeito residual do herbicida Only® na altura de plantas de milho, cultivado em rotação com o arroz CL. FAEM/ UFPEL, Capão do Leão, 2009.

O efeito residual do herbicida sobre a massa seca da parte aérea (colmo e folhas) de plantas de milho (Figura 2) também é representado por um segmento de reta. A MSA comportou-se na razão inversa e proporcional ao resíduo no solo, fruto da aplicação do herbicida Only® na cultura do arroz. A massa seca da parte aérea das plantas de milho sofreu redução de 39 e 78%, respectivamente, para o solo que continha resíduos das aplicações de 100 e 200 g ha<sup>-1</sup> de (imazethapyr+imazapic), em comparação ao tratamento testemunha. Gazziero et al. (1997), já havia observado reduções da massa seca da parte das plantas de milho semeado em solos contendo resíduos de imazaquin e imazethapyr.

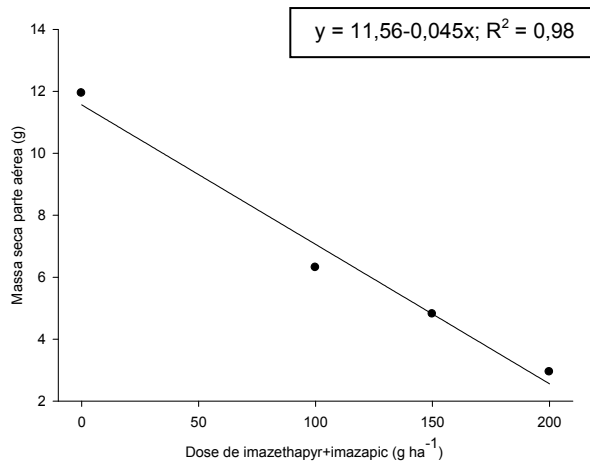


Figura 2. Efeito residual do herbicida Only® na massa seca da parte aérea de milho, cultivado em rotação com o arroz CL. FAEM/ UFPEL, Capão do Leão, 2009.

Baseado no exposto, os resultados encontrados neste trabalho confirmam a presença de atividade residual da mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr+imazapic) do grupo das imidazolinonas, determinados pela redução na altura e na massa seca da parte aérea de plantas de milho cultivados em solo após 1100 da aplicação dos herbicidas em sistema de sucessão e rotação de culturas.

## Literatura citada

BARNES C. J.; GOETZ, A. J.; LAVY, T. L. Effects of imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Sci.**, v. 37, n. 6, p. 820-824, 1989.

CROUGHAN, T.P. Application of tissue culture techniques to the development of herbicide resistant rice. **Louisiana Agriculture**, v.37, n.1, p.25-26, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [EMBRAPA], Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

FLINT, J. L.; WITT, W. W. Microbial degradation on imazaquin and imazethapyr. **Weed Science**, v. 45, n. 4, p. 586-591, 1997.

GAZZIERO, D. L. P.; KARAN, D.; VOLL, E.; ULBRICH, A. Persistência dos herbicidas imazaquin e imazethapyr no solo e os efeitos sobre plantas de milho e pepino. **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 162-169, 1997.

LOPES, M. C. B.; COMORETO, R. C. M.; SANTOS, C. M.; FREITAS, P. R. S.; LEAL, C. Variabilidade morfológica dos grãos e identificação de arroz-vermelho resistente ao herbicida Only<sup>®</sup> em lavouras de arroz Clearfiled<sup>®</sup>. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas. **Anais... Pelotas**: 2007.

LOUX, M. M.; REESE, K. D. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. **Weed Technology**, v. 7, n. 2, p. 452-458, 1993.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat – Sistema de Análise Estatística para Windows versão 1.0**. Universidade Federal de Pelotas, 2007.

MONTEALEGRE, F.; VARGAS, J. P. Efecto de algunas practicas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del arroz comercial. **Arroz**, v. 38, n. 359, p. 19-14, 1989.

MOYER, J. R.; ESAU, R. Imidazolinone herbicide effects on following rotational crops in Southern Alberta. **Weed Technology**, v. 10, n. 1, p. 100-106, 1996.

PINTO, J. J. O. Atividade residual da mistura comercial dos herbicidas (imazethapyr+imazapic) sobre culturas em sucessão e rotação com arroz irrigado conduzido em sistema Clearfield<sup>®</sup>. 2008. 99 f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

PINTO, J. O.; NOLDIN J. A.; MACHADO, A.; PINHO, C. F.; ROSENTHAL, M. D.; DONIDA, A.; GALON, L.; DURIGAN, M. Milho (*Zea mays*) como espécies bioindicadora da atividade residual de (imazethapyr + imazapic). **Planta Daninha**, v.27, n. especial, p. 1005-1014, 2009.

SOUSA, R. O.; PERALBA, M. C. R.; MEURER, E. J. Short caain organic, acid dynamics in solution of flooded soil treated with rieggrass residues. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 33, n. 5-6, p. 779-78, 2002.

THEISEN, G.; ANDRES, A.; PORTO, M. P. Eficiência técnica e econômica do manejo químico de infestantes gramíneas em milho cultivado sob pivô central em terras baixas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DE PLANTAS DANINHAS, 26., CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINO-AMERICANA DE MALEZAS, 18., 2008, Ouro Preto. **Anais... Ouro Preto**: 2008. CD-ROM.