

# LIXIVIAÇÃO DE IMAZETHAPYR E IMAZAPYR EM SOLO DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO SUBMETIDO A CALAGEM

João Paulo Refatti<sup>1</sup>; Luis Antonio de Avila<sup>2</sup>; Andrey Pereira Pivetta<sup>3</sup>; Dirceu Agostinetto<sup>4</sup>; Roberta Manica-Berto<sup>5</sup>; Angela da Cas Bundt<sup>6</sup>; Diogo Balbé Helgueira<sup>7</sup>

Palavras-chave: potencial hidrogeniônico, imidazolinonas, poluição, percolação.

## INTRODUÇÃO

A tecnologia Clearfield<sup>®</sup> de arroz irrigado foi desenvolvida inicialmente como uma ferramenta para o controle químico de arroz vermelho. Os herbicidas utilizados nessa tecnologia pertencem ao grupo químico das imidazolinonas e possuem como principal característica a persistência no solo, podendo acarretar na poluição ambiental e problemas a cultivos em rotação e/ou sucessão quando estes não apresentarem tolerância ao princípio ativo dos herbicidas aplicados anteriormente. Vários estudos mostram que a persistência desses herbicidas esta relacionada a diversos fatores ligados ao ambiente, dentre eles o pH, matéria orgânica, textura, temperatura e umidade do solo. O pH da solução, juntamente com a matéria orgânica, são os fatores que mais influenciam na dinâmica destes herbicidas no solo (KOSKINEN, 1990), sendo que aos valores do coeficiente de ionização (pKa) das imidazolinonas variam entre 1,3 e 3,9, onde suas moléculas apresentam-se 50% na forma associada e 50% na forma dissociada. Com isso, quando o pH do solo for maior que o pKa desses herbicidas, suas moléculas apresentam-se, em sua maior parte, na forma dissociada (COO<sup>-</sup>), e na forma associada (COOH) quando o pH do solo é mais baixo que o pKa do herbicida. Com a elevação do pH, a sorção destes herbicidas é reduzida, devido à predominância de moléculas dissociadas (COO<sup>-</sup>) as quais são repelidas pelas cargas negativas do solo, permanecendo mais biodisponível na solução do solo. Por outro lado, em solos com pH baixo, o número de moléculas associadas (COOH) é maior, aumentando sua sorção (MADANI et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2004), tornando o pH responsável pela variabilidade no potencial de lixiviação do herbicida em diferentes perfis do solo. Em vista do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da elevação do pH, através da calagem, na lixiviação dos herbicidas imazethapyr e imazapyr em solo de cultivo de arroz irrigado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no ano agrícola 2011/2012 sendo realizado em três etapas. Na primeira etapa, foram coletadas colunas de solo em uma lavoura com pH natural próximo a 4,8, teor de matéria orgânica de 1,5% e textura média, sem histórico de aplicação de imidazolinonas, na cidade de Faxinal do Soturno localizada na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul (29°32'59,01"S, 53°29'27,42"O). As amostras foram coletadas com o auxílio de um extrator de solo, constituído por um cilindro de metal onde foi inserido tubos de PVC até a profundidade de 30 cm, sem que houvesse a desestruturação do solo. Os tubos possuíam 40 cm de comprimento por 15 cm de diâmetro, sendo, após a coleta, vedados com uma tampa (CAP-PVC) em sua base inferior. Os tubos

<sup>1</sup> Eng. Agr. Doutorando do Programa de Pós-graduação Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup> Eng. Agr. PhD. Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Princesa Isabel, 226, CEP: 96015-590, Pelotas, RS, andreypivetta\_dp@hotmail.com

<sup>4</sup> Eng. Agr. Dr. Professor do Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>5</sup> Pós-doutoranda Dra., Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

<sup>6</sup> Eng. Agr. Dra. em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>7</sup> Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-graduação Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

juntamente com a coluna de solo constituíram-se nas unidades experimentais da primeira etapa do experimento. A quantidade de calcário utilizada foi estimada pelo índice SMP para elevar o pH a 6,0. O calcário utilizado foi o filler (PRNT > 90%) por apresentar rápida reação no solo. Além disso, o solo das unidades experimentais foi irrigado semanalmente para acelerar o efeito do calcário.

A segunda etapa do experimento foi iniciada 30 dias após a calagem e constituiu na aplicação dos tratamentos herbicidas. Os herbicidas utilizados foram: imazethapyr (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e imazapyr (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e mais um tratamento testemunha sem aplicação de herbicidas. Esses herbicidas foram escolhidos por apresentarem a maior diferença de pKa entre as imidazolinonas registradas para o uso em arroz irrigado. Os herbicidas foram aplicados com o auxílio de um borrifador utilizando-se um volume de calda de 10 mL por unidade experimental.

Um dia após a aplicação dos tratamentos, foi estabelecida uma lâmina de água constante de 6 cm de altura acima do nível do solo por 60 dias simulando as condições reais de cultivo. Após esse período, as colunas de solo foram cortadas longitudinalmente e o solo removido para a condução do bioensaio na terceira etapa.

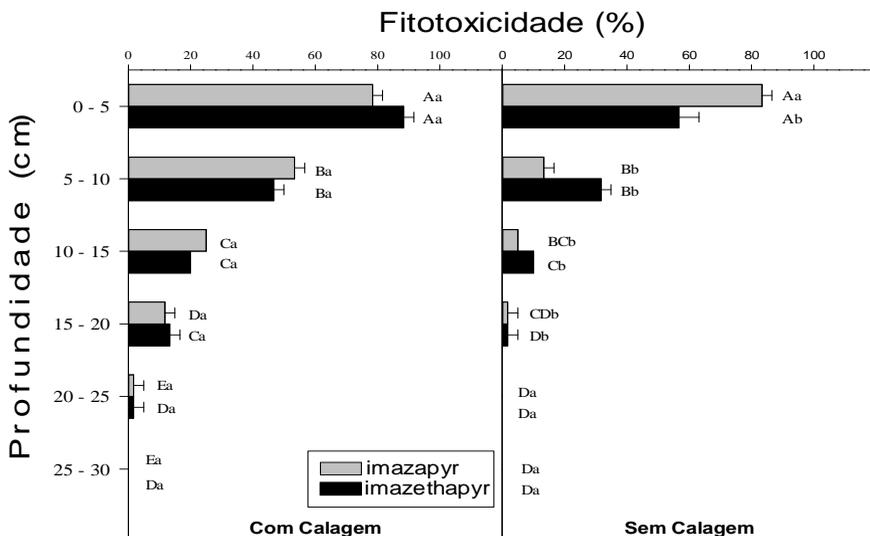
A terceira etapa do experimento consistiu na condução de um bioensaio com o solo retirado das unidades experimentais onde foram aplicados os tratamentos na segunda etapa. Para isso, as colunas de solo foram seccionadas a cada 5 cm de profundidade (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 e 25-30 cm). Posteriormente o solo de cada camada foi destorroado e colocado 400 g do mesmo em potes de 500 ml devidamente identificados. Após isso, cada solo armazenado nos potes, foi adubado com 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) e procedeu-se a semeadura com a cultivar de arroz IRGA 417, sensível ao grupo químico das imidazolinonas. Após 20 dias da semeadura, aplicou-se nitrogênio na forma de uréia e foi mantido os potes com aproximadamente 2 cm de lâmina de água até o fim da condução do experimento. O bioensaio foi conduzido em câmara de crescimento (fitotron). Para análise, as camadas de solo foram consideradas como fator C.

As variáveis avaliadas foram: toxicidade dos herbicidas às plantas de arroz, estatura de planta e massa seca da parte aérea (MSPA) (dados não apresentados). A avaliação da toxicidade dos herbicidas às plantas de arroz aos sete, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE) foi realizada visualmente atribuindo-se notas de 0 a 100%, onde zero corresponde à ausência de sintomas de fitotoxicidade e 100% corresponde à morte das plantas (GAZZIERO et al., 1995). A estatura foi determinada com o auxílio de régua milimetrada aos sete, 14 (dados não mostrados), 21 e 28 DAE, medindo-se no colmo principal, a distância do nível do solo até a extremidade da última folha com colar formado. A lioxiação foi estimada através de bioensaio utilizando as avaliações de fitotoxicidade e redução de estatura em relação às plantas testemunhas.

Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e à homocedasticidade pelo teste de Levene, posteriormente foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Quando necessário, os dados foram transformados. Em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e por intervalos de confiança (95%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre herbicidas, calagem e os diferentes perfis do solo. Os efeitos fitotóxicos dos herbicidas imazethapyr e imazapyr foram verificados até a profundidade de 15-20 cm quando não houve a calagem, e profundidade de 20-25 cm quando houve a calagem (Figura 1), entretanto, o imazapyr, apesar de possuir maior solubilidade e menor pKa, concentrou-se na camada superior da coluna do solo (0-5 cm). Essa diferença pode estar relacionada com fatores que estariam agindo sobre os fenômenos de adsorção e persistência no solo, como as características estruturais da molécula e maior meia-vida.



**Figura 1** - Fitotoxicidade dos herbicidas imazethapyr e imazapyr, em plantas de arroz da cultivar IRGA 417, avaliadas aos 21 dias após a emergência, em relação aos manejos de solo com e sem calagem. \*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam profundidades de corte do lisímetro dentro de cada herbicida e manejos de solo (Tukey, 5 %); minúscula, comparam os manejos de solos dentro de cada herbicida e profundidade de corte (Tukey, 5 %); e o intervalo de confiança (5%) compara os herbicidas em cada manejo de solo e profundidade de corte. Capão do Leão, RS, 2012.

Para a estatura de plantas (Figura 2), os resultados são similares com os obtidos para fitotoxicidade (Figura 1), com efeitos pronunciados até a faixa de 25-30 cm. Em todos os manejos foram detectadas variações na estatura em relação à testemunha, até a camada de 25-30 cm. A identificação da lixiviação pela medição de estatura é evidenciada em maiores profundidades, pois, a escala utilizada na medição das plantas considera pequenas variações quando comparada com a avaliação de fitotoxicidade feita com análise visual.

No solo com calagem, onde o pH era maior em relação ao sem calagem, houve maior lixiviação das imidazolinonas testadas. Com isso, verifica-se que o pH influencia na lixiviação desses herbicidas. Esses resultados corroboram com os obtidos por Monquero et al. (2010) que, testando diferentes pH (4,7 e 6), constataram ligeiro aumento da lixiviação dos herbicidas na condição de solo mais alcalino.

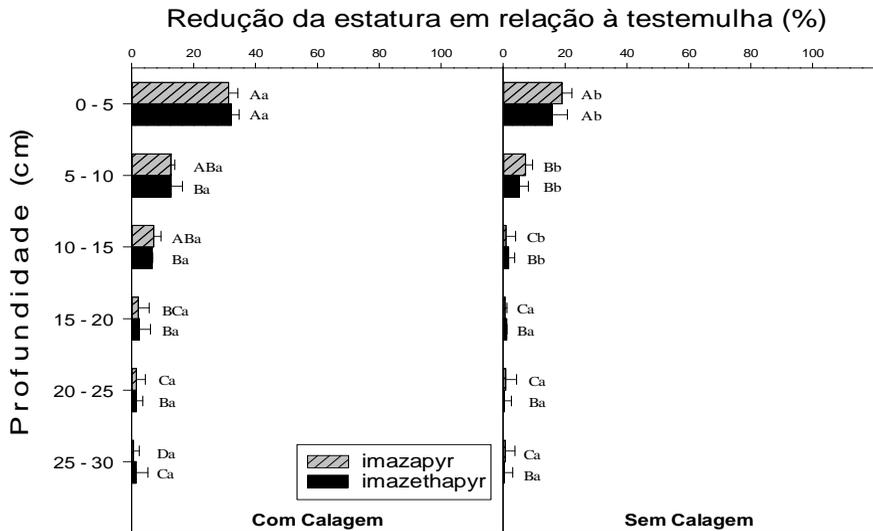


Figura 2 - Redução da estatura de plantas de arroz da cultivar IRGA 417 aos 28 DAE, causado pelos herbicidas imazethapyr e imazapyr, em relação à testemunha em diferentes manejos de solo (com e sem calagem). \*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam profundidades de corte da coluna de solo dentro de cada herbicida e manejo de solo (Tukey, 5 %); minúscula, comparam os manejos de solos dentro de cada herbicida e profundidade de corte (Tukey, 5 %); e o intervalo de confiança (5%) compara os herbicidas em cada manejo de solo e profundidade de corte. Capão do Leão, RS, 2012.

## CONCLUSÃO

A lixiviação dos herbicidas imazethapyr e imazapyr, no solo de cultivo de arroz irrigado estudado, é maior com o aumento do pH promovido pela calagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GAZZIERO, D.L.P.; VELINI, E.D.; OSIPE, R. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. **Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas**, 1995. 42p.
- KOSKINEN, W.C. The retention process: mechanisms. In: CHENG, H.H.; BAILEY, B.W.; GREN, R.E.; SPENCER, W.F. (Ed.). **Pesticides in the soil environment: Processes, impacts, and modeling**: Madison: SSSA, 1990. p. 51-77.
- MADANI, M.E. et al. pH effect and kinetic studies of the binding behaviour of imazethapyr herbicide on some Moroccan soils. **Fresenius Environmental Bulletin**, v.12, p.1114-1119, 2003.
- MONQUEIRO, P.A. et al. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.
- OLIVEIRA, M.F. et al. Sorção do herbicida imazaquin em Latossolo sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.39, n.8, p.787-793, 2004.