

LIXIVIAÇÃO DE IMIDAZOLINONAS EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO ARROZ

Diogo Balbé Helgueira¹; Thaís D'Ávila Rosa²; Sonia Mendonça Poletto³; Marlon Ouriques Bastiani⁴; Jesus Juarez Oliveira Pinto⁵

Palavras-chave: degradação, acetolactato sintase, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

Alguns herbicidas do grupo químico das imidazolinonas são seletivos a culturas importantes como soja e arroz e são de amplo espectro sobre plantas daninhas nessas duas espécies cultivadas. Geralmente esses herbicidas são aplicados em pré e pós-emergência controlando espécies magnoliopsidas e liliopsidas (OTTIS et al., 2003) mas também podem ser utilizados como herbicidas não seletivos em áreas não agrícolas devido a sua elevada persistência no solo (MASTERS et al., 1996).

Esses herbicidas são geralmente absorvidos pelas raízes e folhas das plantas e transportados pelo floema e xilema acumulando-se nos meristemas, onde seu mecanismo de ação ocorre com a redução dos níveis de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina, através da inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), ou acetohidroxiácido sintase (AHAS), que é uma enzima comum da via sintética destes aminoácidos, (TAN et al., 2006). Os principais efeitos são a diminuição da síntese desses aminoácidos e por consequência desencadeia na redução da síntese de proteínas, de DNA e também ocorre uma diminuição no transporte de fotoassimilados a partir das folhas verdes. Os sintomas da ação desses herbicidas são visíveis ao mostrarem diminuição do crescimento da planta, alongamento e clorose entre as nervuras das folhas. (SHANER; SINGH, 1993; TAN et al., 2006). Entretanto, uma das mais importantes características dos herbicidas pertencentes a esse grupo é longa persistência no solo (VILLA, et al., 2006).

A degradação microbiana e fotolítica são os principais meios de dissipação das moléculas de herbicida do grupo químico das imidazolinonas (MALLIPUDI et al., 1991). Os solos de várzea denominados hidromórficos, são solos com baixa atividade microbiana e essa característica dificulta a dissipação da molécula do herbicida uma vez que nessas áreas de arroz irrigado ocorre uma condição de anaerobiose (MANGELS, 1991). Aliado a isso, existe o fato de ser mantida uma lâmina de água durante boa parte do ciclo, que diminui ainda mais o período em que o solo se apresenta em condições favoráveis para a atividade microbiana. Nesse caso com a diminuição da degradação, o herbicida mostra sua elevada persistência no solo podendo desencadear em efeitos fitotóxicos para culturas subsequentes (BALL et al., 2003).

A lixiviação, drenagem e escoamento superficial são os principais caminhos responsáveis pela movimentação dos herbicidas no solo. Os processos que ocorrem entre solo e herbicidas que determinam as perdas também são variáveis no tempo e no espaço. Por isso, é necessário compreender as características espaciais dos solos, sua hidrologia e os padrões de uso de herbicidas associados (CARTER, 2000).

Nota-se que a degradação de herbicidas da família das imidazolinonas está

¹ Eng. Agr. M.Sc em Fitossanidade, UFPEL, Andrade Neves 2142, sala 603, CEP 96020080, Pelotas-RS. diogobalbe@gmail.com

² Eng. Agr(a). M.Sc. Doutoranda do programa de Tecnologia e Produção de Sementes, UFPEL.

³ Eng. Agr(a). Mestranda do programa de Melhoramento Vegetal, UFPEL.

⁴ Eng. Agro. M.Sc. Doutorando em Fitossanidade, Herbologia, UFPEL.

⁵ Eng. Agro. Dr. Professor associado, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel-UFPEL.

intimamente relacionada às características e condições do solo, porém há carência de trabalhos que avaliem a dissipação desses herbicidas atribuídos a diferentes sistemas de irrigação. Em vista do exposto, o trabalho tem como objetivo avaliar a lixiviação e o residual de imidazolinonas em diferentes sistemas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, junto à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, no ano agrícola 2012/2013 com o objetivo de avaliar a lixiviação dos herbicidas imazethapyr, imzethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, arranjos em esquema fatorial, onde o fator A consistiu em dois sistemas de irrigação (aspersão e inundado) e o Fator B nove tratamentos herbicida T1- sem herbicida, T2- imazethapyr + imazapic ($75 + 25 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T3- imazethapyr + imazapic ($150 + 50 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T4- imazapic + imazapyr ($73,5 + 24,5 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T5- imazapic + imazapyr ($147 + 49 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T6- imazethapyr ($106 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T7- imazethapyr ($212 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T8- aplicação sequencial de imazethapyr + imazapic ($75 + 25 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), T9- aplicação sequencial de imazapic + imazapyr ($73,5 + 24,5 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), e o Fator C as diferentes camadas do solo (0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm). O solo foi coletado na área experimental da Embrapa terras baixas, onde foram conduzidos os experimentos em diferentes sistemas de irrigação em arroz irrigado. O tempo de irrigação antes da coleta das amostras foi de 120 dias. Logo após o término da irrigação, foi realizada a coleta do solo para o bioensaio, em camadas de cinco centímetros de profundidade, de forma aleatória dentro das parcelas utilizando-se quatro sub-amostras para cada tratamento e por fim homogeneizada. As amostras de solo homogeneizadas foram acondicionadas em vasos com volume de 750 ml, onde foram semeadas oito sementes de tomate, considerado uma espécie sensível aos herbicidas da família das imidazolinonas. A semeadura do tomate aconteceu 180 dias após a aplicação dos herbicidas. Cada camada de solo possuiu quatro repetições, totalizando 360 unidades experimentais. Para a realização do bioensaio, foi efetuado desbaste do excesso de plantas, mantendo-se cinco plantas por vaso.

A variável fitotoxicidade dos herbicidas as plantas de tomate foram avaliadas aos 10 e 20 DAE (dias após a emergência), sendo realizada visualmente, atribuindo-se valores percentuais de 0 a 100 para ausência de sintomas de fitotoxicidade e morte das plantas, respectivamente (GAZZIERO et al., 1995).

Os dados foram analisados quanto à homocedasticidade e à normalidade. Em seguida, foram submetidos à análise da variância ($P \leq 0,05$) e em se constatando significância estatística os tratamentos correspondentes ao residual dos herbicidas, e seus efeitos nas diferentes profundidades (camadas de solo) foram comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), enquanto que os sistemas de irrigação (inundação e aspersão) comparados pelo teste de t Student ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa para a variável fitotoxicidade nas plantas de tomate entre as camadas de solo e entre os sistemas de irrigação, sendo os maiores efeitos da atividade residual dos herbicidas observados no sistema inundado e também mais acentuado na camada de 0 – 15 cm (Tabela 1). Tal resultado indica que mesmo as imidazolinonas apresentando elevado potencial de lixiviação, a tendência é de que estes herbicidas se concentrem nas camadas mais próximas à superfície, o que corrobora com resultados obtidos por Kraemer et al. (2009) e Martini et al. (2011) que obtiveram resultados semelhantes ao trabalharem em solo classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico.

As avaliações de fitotoxicidade mostraram para o sistema de aspersão, que os maiores

valores ocorrem nas camadas de 5 – 10 até os 25 cm (Tabela 1). A diferença de fitotoxicidade para os sistemas de irrigação deve-se principalmente ao fato de ocorrer uma elevada degradação dos herbicidas na superfície do solo que é favorecida no sistema de irrigação por aspersão, onde o sistema proporciona melhores condições para o desenvolvimento de microorganismos que são a principal fonte de degradação dos herbicidas, sendo que no sistema de irrigação por inundação devido à presença da lâmina d'água, a presença de oxigênio no solo é muito baixa, não permitindo o desenvolvimento desses microorganismos consequentemente as moléculas herbicidas persistem ativas na solução do solo.

Tabela 1. Estimativa da lixiviação de imidazolinonas avaliada através da fitotoxicidade aos 10 e 20 dias após a emergência de plantas de tomate em diferentes camadas de solo semeadas 180 dias após a aplicação dos herbicidas em função de dois sistemas de irrigação. Convênio Embrapa/UFPEL - Capão do Leão, RS, 2013.

Profundidade (cm)	Fitotoxicidade (%)	
	10 DAE ¹	
	Aspersão	Inundado
0 – 5	5,19 b ² B ³	12,55 abA
5 – 10	10,33 abA	12,80 abA
10 – 15	12,77 aA	14,66 aA
15 – 20	12,94 aA	7,33 bcB
20 – 25	10,75 abA	5,47 cB
Média	10,39	10,56
CV %	25,08	31,71

Profundidade (cm)	Fitotoxicidade (%)	
	20 DAE ¹	
	Aspersão	Inundado
0 – 5	6,44 b ² B ³	14,13 aA
5 – 10	8,17 abA	10,76 abA
10 – 15	9,27 abA	10,21 abA
15 – 20	12,33 aA	7,52 bB
20 – 25	11,08 abA	6,64 bB
Média	9,45	9,85
CV %	22,68	24,51

¹ Dias após a emergência das plantas de tomate.

² Médias com letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

³ Médias com letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste "t" de student ($p \leq 0,05$).

Verificou-se mais de 50% de diferença na fitotoxicidade entre o sistema de irrigação por aspersão e o inundado na camada superficial do solo (0 – 5 cm), porém nas camadas intermediárias (5 – 10 e 10 – 15 cm) os valores se equivalem. Entretanto, nas camadas de 15 – 20 e 20 – 25 cm, tem-se a redução dos efeitos dos herbicidas para o sistema inundado em ambas as épocas de avaliação conforme os dados acima (Tabela 1). Com isso, pode-se afirmar que de maneira geral ocorre diferença na distribuição residual dos herbicidas da família das imidazolinonas nas camadas do solo em função do sistema de irrigação, que contribuem diferentemente para a degradação do herbicida e consequentemente na sua persistência no solo.

CONCLUSÃO

Houve diferença entre os sistemas de irrigação com os herbicidas apresentando maior efeito sobre as plantas de tomate no sistema inundado nas camadas superficiais do perfil do solo.

Herbicidas do grupo químico das imidazolinonas possuem alto potencial de lixiviação e persistência, cujo os efeitos permanecem por mais de 180 dias após a aplicação.

O sistema de irrigação por aspersão contribui para uma maior degradação das imidazolinonas localizados até os 15 cm de profundidade, cujo efeito residual é detectado com plantas de tomate.

A degradação dos herbicidas imazethapyr, imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic, nas camadas de 0 – 15 cm é superior na irrigação por aspersão comparativamente a irrigação por inundação na cultura do arroz irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALL, D. A. et al. Effect of imazamox soil persistence on dryland rotational crops. **Weed Technology**, v. 17, n. 1, p. 161 – 165, 2003.
- CARTER, A.D. Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes. **Weed Research**, p.113-122, 2000.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. **Plantas Daninhas**, p. 42, 1995.
- KRAEMER, A. F. et al. Lixiviação do imazethapyr em solo de várzea sob dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1660-1666. 2009.
- MALLIPUDI, N.M. et. al. Photolysis of imazapyr (AC 243997) herbicide in aqueous media. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, n. 2, p. 412-417, 1991.
- MANGELS, G. Behavior of the imidazolinones herbicides in the aquatic environment. In: SHANER, D.L.; O'CONNER, S.L. **The Imidazolinone Herbicides**. Boca Raton: CRC Press, p. 183-190, 1991.
- MARTINI, L.F.D. et al. Lixiviação de imazethapyr e imazapic em função do manejo de irrigação do arroz. **Planta Daninha**, v. 29, p. 185 - 183, 2011.
- MASTERS, R.A et al. Imidazolinone herbicides improve restoration of great plains grasslands. **Weed Technology**, v.10, p. 392-403, 1996.
- OTTIS, B. V. et al. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v. 17, n. 3, p. 526-533, 2003.
- SHANER, D. L.; SINGH, B. K. Phytotoxicity of acetohydroxyacid synthase inhibitors is not due to accumulation of 2-ketobutyrate and/or 2-aminobutyrate. **Plant Physiology**, v. 103, n. 4, p. 1221-1226, 1993.
- TAN, S. et al. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino Acids**, v. 30, n. 2, p. 195-204, 2006.
- VILLA, S. C. C. et al. Arroz tolerante a imidazolinonas: controle do arroz vermelho, fluxo gênico e efeito residual doherbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 761-768, 2006.