

DEGRADAÇÃO DE IMIDAZOLINONAS EM RESPOSTA AO HISTÓRICO DE APLICAÇÃO

Angela Da Cas Bundt¹; Luis Antonio de Avila²; Andrey Pivotto³; Igor Menine Pacheco⁴;
Jesus Juarez de Oliveira Pinto⁵; Deborah Pinheiro Dick⁶

Palavras-chave: Arroz irrigado, atividade microbiana, efeito residual, herbicida.

INTRODUÇÃO

Os herbicidas Only® (imazethapyr+imazapic, 75 + 25 g i.a. L⁻¹) e Kifix® (imazapyr+imazapic, 525 + 125 g i.a. kg⁻¹) surgiram como eficiente ferramenta para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz. Contudo, devido à elevada meia vida, o baixo coeficiente de adsorção ao solo e a degradação limitada em condições de anaerobiose, tais herbicidas acabam por ser problemáticos no que se refere a questões de persistência no ambiente.

Assim como para a maioria dos herbicidas, o principal mecanismo de dissipação das imidazolinonas no solo é a degradação microbiana (LOUX et al., 1989). Entretanto, para que essa ocorra, as condições ambientais devem ser favoráveis tanto para o desenvolvimento da população microbiana como também para aumentar a biodisponibilidade dos herbicidas no meio (KRAEMER et al., 2009).

A degradação acelerada de herbicidas consiste na adaptação da população microbiana do solo a um composto químico, o qual pode ser utilizado como fonte de carbono, energia e/ou nutrientes (POPOV et al., 2005). A aplicação repetida de um mesmo herbicida ou de uma molécula estruturalmente similar é o principal fator responsável pela adaptação dos microrganismos à degradação de um determinado composto.

A hipótese desse estudo é que solos com histórico de aplicação de imidazolinonas contribuem para a degradação de herbicidas do mesmo grupo químico. Em vista do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a degradação de imazethapyr, imazapic e imazapyr em solos com e sem histórico de aplicação das misturas formuladas imazethapyr+imazapic e imazapyr+imazapic.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um experimento em laboratório pertencente ao CEHERB/FAEM/UFPel em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e em esquema fatorial. O fator A consistiu de solos com e sem histórico de aplicação dos herbicidas Only e Kifix; e o fator B foi constituído pelos herbicidas imazethapyr, imazapic e imazapyr (99 % de pureza) mais uma testemuña (sem aplicação de herbicidas).

Os solos utilizados no experimento foram coletados da camada de 5cm do horizonte A de um solo classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico Solódico (Unidade de Mapeamento Pelotas), no Centro Agropecuário da Palma (CAP/UFPel). Tais solos foram coletados de áreas com dois anos de histórico de aplicação das referidas misturas

¹Doutora, Centro de Herbologia (CEHERB), Departamento de Fitossanidade (DFS), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Caixa Postal: 354, CEP: 96.010-900. angelabundt@gmail.com

²Professor Ph.D., CEHERB, DFS, FAEM, UFPel, Caixa Postal: 354, CEP: 96.010-900. laavilab@gmail.com

³Graduando em Agronomia, CEHERB, DFS, FAEM, UFPel. andreypivotto_dp@hotmail.com

⁴Graduando em Agronomia, CEHERB, DFS, FAEM, UFPel. igorpacheco15@hotmail.com

⁵Professor Dr., CEHERB, DFS, FAEM, UFPel. jesuspinto@terra.com.br

⁶Instituto de Físico-Química (DFQ), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal: 15003, CEP: 91501-970. debby.dick@gmail.com

formuladas. Já o solo testemunha foi coletado de área sem histórico de aplicação de imidazolinonas.

As unidades experimentais consistiram de frascos de vidro com tampa de metal, de modo a serem hermeticamente fechados. O solo referente a cada tratamento foi seco a temperatura ambiente, destorradão e peneirado. Logo após, 700 g do solo foram acondicionadas nos frascos de vidro e o tratamento correspondente ao fator B foi aplicado. Dois frascos foram incubados sem solo (branco), sendo esses também utilizados como testemunha. A dose de cada herbicida utilizada foi o equivalente a 100 g i.a. ha⁻¹.

Após o período de equilíbrio de sorção herbicida-solo (24 horas), os frascos de vidro foram equipados com aparato de captura de CO₂, composto por um copo plástico contendo 20mL de hidróxido de sódio (NaOH) 0,25 M, fechados hermeticamente e incubados a temperatura ambiente no laboratório (20 a 25 °C). Durante 90 dias, semanalmente, os frascos foram abertos e a solução de NaOH recebia 1 mL de cloreto de bário (BaCl₂) 1 M. Logo após era titulada com ácido clorídrico (HCl) 0,5 M, utilizando fenolftaleína como indicador. A referida técnica consiste na Técnica da Respirometria, a qual é utilizada na determinação da biodegradação de resíduos misturados ao solo pela atuação de microrganismos presentes. A produção de C-CO₂ foi expressa em mg kg⁻¹ de solo seco e quantificada através da fórmula de Stotzky (1965) (equação 1):

$$C\text{-CO}_2 \text{ (mg kg}^{-1} \text{ de solo)} = (B\text{-T}) \times eq \times M \times 10 \quad (1)$$

onde B é o volume (em mL) da solução de HCl gasto para titular a prova em branco (testemunha sem solo); T é o volume (em mL) da solução de HCl gasto para titular os tratamentos; eq é o equivalente-grama do C, que é 6; M é a molaridade da solução padronizada de HCl e 10 é o fator de conversão para quilograma de solo.

Os dados obtidos foram analisados quanto ao cumprimento das pressuposições do modelo matemático e então, submetidos aos procedimentos de análise da variância (ANOVA $p \leq 5\%$). Para construção dos gráficos, foi utilizada regressão polinomial com equação sigmoidal de dois parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo fato de não haver diferença estatística entre os solos com os diferentes históricos de aplicação para o tratamento testemunha (Figura 1A), para fins de comparação, tal tratamento foi considerado somente como uma curva para todos os demais gráficos.

Não foi observado aumento da taxa de emissão de CO₂ pelo solo em nenhuma das condições testadas (Figura 1), demonstrando não haver degradação acelerada de imidazolinonas em solos com histórico de aplicação de Only e Kifix. Sabe-se que, ao mesmo tempo em que a aplicação prévia de herbicidas pode promover sua degradação acelerada, a mesma pode causar inibição de algumas populações de microrganismos (VISCHETTI et al., 2002). A aplicação de qualquer xenobiótico ao solo pode alterar a estrutura de uma comunidade microbiana (JOHNSEN et al., 2001) e a magnitude da influência dessa aplicação dependerá tanto das propriedades do solo como também das características específicas dos microrganismos e do produto aplicado (YANG et al., 2007).

O herbicida imazapic, mesmo não diferindo estatisticamente da testemunha, apresentou ligeiro aumento na degradação no solo tratado com o herbicida Only (Figura 1B). O imazapic possui a biodegradação como o principal caminho de dissipação (SENSEMAN et al., 2007), com meia vida no solo variando de 90 a 120 dias (GRYNES et al., 1995). Contudo, tal herbicida não teve sua degradação favorecida em virtude de seleção de microrganismos por aplicações sucessoras de herbicidas do mesmo grupo químico.

A produção acumulada de CO₂, nos tratamentos incubados com os herbicidas imazethapyr e imazapir, não apresentou diferença estatística da testemunha em nenhum dos históricos de aplicação, com exceção no tratado com imazapir que proporcionou menor produção de CO₂ no solo com histórico de Kifix, a partir da nona semana de avaliação (Figuras 1C e 1D). Convém ressaltar que, mesmo o imazapir sendo componente da mistura formulada Kifix, aplicações prévias desse herbicida não selecionam população apta a sua

própria degradação.

O herbicida imazapyr, assim como as demais imidazolinonas, é considerado persistente no solo, com meia vida variando de 25 a 142 dias (Senseman et al., 2007). Mesmo sendo dissipado por fotólise (Quivet et al., 2004), o principal caminho de degradação do imazapyr é a biodegradação (Loux et al., 1989; Flint & Witt, 1997). A degradação de imazapyr foi 2,3 a 4,4 vezes mais lenta em solos estéreis, quando comparada com a de solo em condições naturais (Wang et al., 2005). Tal afirmação deixa evidente a importância da população microbiana do solo na dissipaçao do herbicida. No momento em que ocorre inibição da população microbiana, a taxa de degradação torna-se quase que completamente inibida.

Já o herbicida imazethapyr é dissipado quase que exclusivamente por biodegradação (Flint & Witt, 1997). A fotólise ocorre em água, porém no solo somente é observada nos primeiros milímetros, devido à baixa incidência de luz ao longo do perfil do solo (Avila et al., 2006).

Os resultados obtidos nesse experimento mostram que a degradação acelerada não ocorre. Além do mais, as misturas formuladas testadas acarretaram em diminuição da degradação dos herbicidas usados no experimento. Contudo, a presença do efeito residual de um ano para o outro mostra que, provavelmente, deve estar ocorrendo acúmulo dessas moléculas no solo, visto que a degradação em solos com histórico de aplicação não é favorecida.

CONCLUSÃO

A aplicação prévia das misturas formuladas por imazethapyr+imazapic e imazapyr+imazapic não estimula a degradação dos herbicidas que as compõem.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realização do trabalho e a CAPES pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, L.A. et al. Imazethapyr aqueous photolysis reaction quantum yield and hydroxyl radical rate constant. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.7, p.2635-2639, 2006.
- FLINT, J.L.; WITT, W.W. Microbial degradation of imazaquin and imazethapyr. **Weed Science**, v.45, n.4, p.586-591, 1997.
- GRYNES, C. et al. Response of soybean (*Glycine max*) and rice (*Oryza sativa*) in rotational to AC 263,222. **Weed Technology**, v.9, n.3, p.504-511, 1995
- JOHNSON, K. et al. Pesticide effects on bacterial diversity in agricultural soils- a review. **Biology and Fertility of Soil**, v.33, n.6, p.155-162, 2001.
- KRAEMER, A.F. et al. Persistência dos herbicidas imazethapyr e imazapic em solo de várzea sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.581-588, 2009.
- LOUX, M.M. et al. Adsorption of imazaquin and imazethapyr on soils, sediments and selected adsorbants. **Weed Science**, v.37, n.5, p.712-718, 1989.
- POPOV, V.H. et al. Atrazine degradation in soils: the role of microbial communities, atrazine application history, and soil carbon. **Australian Journal of Soil Research**, v.43, n.7, p.861-871, 2005.
- QUIVET, E. et al. Kinetic studies of imazapyr photolysis and characterization of the main photoproducts. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v.86, n.4, p.195-204, 2004.
- SENSEMAN, S.A. et al. **Herbicide handbook**. Lawrence: Weed Science Society of America, 2007. 458p.
- STOTZKY, G. Microbial Respiration. In: BLACK, C. A. (ed.). **Methods in soil analysis**. Madison: SSSA, p.1550-1572, 1965.

- VISCHETTI, C. et al. Relationship between rimsulfuron degradation and microbial biomass content in a clay loam soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.31, n.3-4, p.310–314, 2000.
- YANG, Y. et al. Effects of weed management practices on orchard soil biological and fertility properties in southeastern China. **Soil and Tillage Research**, v.93, n.1, p.179–185, 2007.
- WANG, X. et al. Utilization and degradation of imazaquin by a naturally occurring isolate of *Arthrobacter crystallopoetes*. **Chemosphere**, v.67, n.11, p2156-2162, 2007.

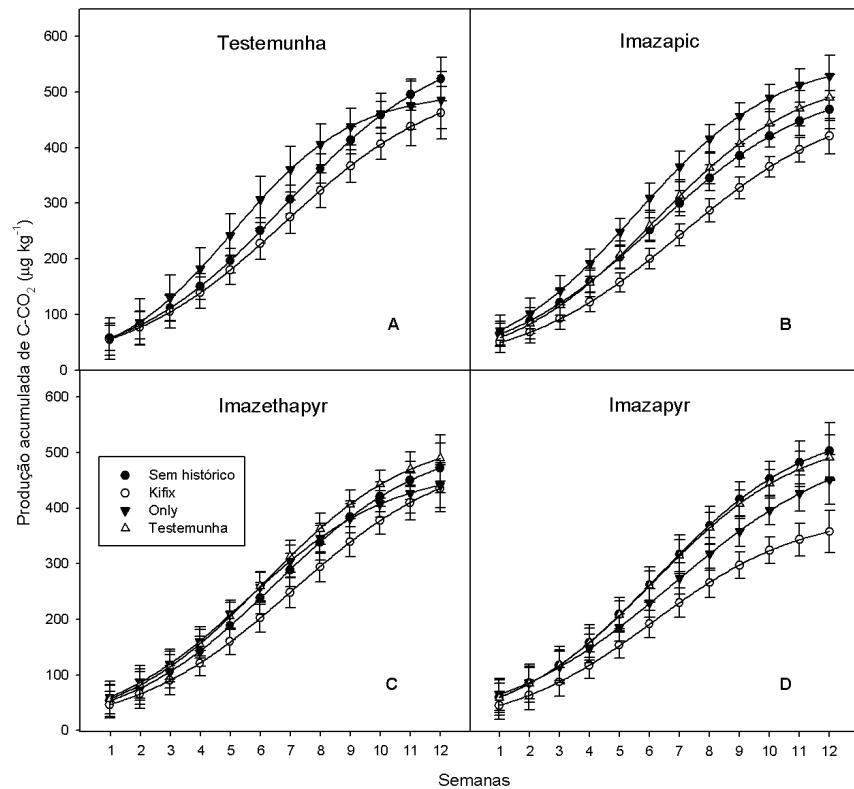


Figura 1: Produção acumulada de C-CO₂ por solos com e sem histórico de aplicação das misturas formuladas imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic, incubados por 90 dias com imazethapyr, imazapic e imazapyr.