

DESEMPENHO DE ERVILHACA NA FITORREMEDIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE SOLO CONTAMINADOS COM IMAZAPIR + IMAZAPIQUE

PIVETTA, A. P., CASSOL, L. L. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS), SOUTO, K. M. (UFSM, Santa Maria/RS), AVILA, L. A. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – laavilabr@gmail.com).

RESUMO: A fitorremediação é uma alternativa para a descontaminação de solos contaminados por herbicidas de longo efeito residual no solo, contudo, o comportamento desses herbicidas pode variar devido às diferentes propriedades deste. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial fitorremediador da ervilhaca (*Vicia sativa*), em diferentes solos contaminados com a mistura formulada de imazapir + imazapique. Os tratamentos foram compostos pela combinação entre fatores, sendo o Fator A composto pela cobertura do solo com ervilhaca e um tratamento sem planta de cobertura (testemunha). O Fator B composto de solos provenientes de quatro locais de coleta com diferentes características e o Fator C por doses da mistura formulada de imazapir + imazapique – zero, 25%, 50%, 100% e 200% da dose recomendada. Após a aplicação dos herbicidas nas diferentes doses, o solo foi cultivado com *V. sativa* ou deixado em pousio (testemunha) por 60 dias, e logo após esse período, para a avaliação do potencial fitorremediador dessa espécie, foi realizado um bioensaio com arroz irrigado, cultivar IRGA 417, onde foram avaliadas a estatura, massa seca da parte aérea e sintomas de fitointoxicação. A ervilhaca apresenta potencial de fitorremediação da mistura formulada de imazapir + imazapique, mesmo em solos com diferentes características texturais, químicas e mineralógicas.

Palavras-chave: *Vicia sativa*, contaminação ambiental, imidazolinonas, persistência.

INTRODUÇÃO

O emprego de espécies vegetais como agente descontaminante em áreas com a presença de xenobióticos, como herbicidas com persistência no solo, é denominada fitorremediação (MARQUES, 2011). O uso dessas espécies apresenta-se como uma ferramenta para a redução do efeito residual no solo de alguns herbicidas residuais, como é o caso da mistura formulada de imazapir + imazapique, utilizada em lavouras de arroz irrigado conduzidas sob a tecnologia Clearfield[®], para o controle de arroz-vermelho.

Esses herbicidas podem causar danos e/ou impedir o cultivo de espécies sucessoras não tolerantes ao princípio ativo dos mesmos. Estudos mostram que a persistência desses herbicidas esta relacionada a diversos fatores, dentre eles o pH, conteúdo de matéria orgânica, textura, temperatura e umidade do solo; bem como às características físico-

químicas das moléculas do herbicida, como solubilidade e capacidade de ionização (pKa) (SENSEMAN, 2007) alterando a sorção desses herbicidas pelos colóides do solo.

O termo sorção é um processo que define quanto do herbicida ficará retido na matriz do solo e quanto ficará biodisponível na solução do solo (KRAEMER et al., 2009). Essa retenção diferencial dos herbicidas em solos com diferentes propriedades físico-químicas reflete na sua maior e menor disponibilidade, variando o controle de plantas daninhas e os danos causados a plantas sensíveis a esse princípio ativo. Nesse contexto, visamos a importância de práticas que estimulem a degradação desses herbicidas no solo. Em vista do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fitorremediador da ervilhaca (*Vicia sativa*), em solos com diferentes características texturais, químicas e mineralógicas, contaminados com a mistura formulada de imazapir + imazapique.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento, amostras de solo foram coletadas, na profundidade de 0-10 cm, em quatro municípios do Rio Grande do Sul – BR. Depois de efetuadas as coletas, as amostras foram transportadas para casa de vegetação, onde, no ano agrícola 2013, foi conduzido o experimento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4x5, com três repetições. Os tratamentos foram compostos pela combinação entre fatores, sendo o Fator A, a espécie vegetal ervilhaca e um tratamento sem planta de cobertura (testemunha). O Fator B, quatro locais de coleta de solo com diferentes características: Santa Maria (SM), Palmares do Sul (PAL), Alegrete (ALE) e Dom Pedrito (DP); e o Fator C, doses da mistura formulada de imazapir + imazapique – zero, 25%, 50%, 100% e 200% da dose recomendada (140 g p.c.ha⁻¹) (SOSBAI, 2012), totalizando 120 unidades experimentais.

As doses do herbicida foram aplicadas 48 horas antes da semeadura da cultura. Após a aplicação, o solo recebeu água em volume suficiente para que o mesmo atingisse sua capacidade de campo e mantido sob irrigação diária.

A cultura da ervilhaca foi semeada na densidade de 100 plantas por m². Transcorrido 60 dias após a emergência, a cultura foi cortada e realizou-se a semeadura da cultivar de arroz irrigado IRGA 417 como planta bioindicadora em todas as unidades experimentais.

As características avaliadas para determinação do potencial fitorremediador da planta testada foram fitointoxicação, onde zero corresponde à ausência de intoxicação e 100% corresponde à morte das plantas; também foram avaliadas a estatura e massa seca da parte aérea das plantas de arroz não tolerante aos herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas.

Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância, normalidade e homocedasticidade, e

posteriormente foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$).

A partir dos parâmetros das curvas de dose resposta, determinadas pelo modelo log-logístico de três parâmetros, foi calculado o GR_{50} , ou seja, a dose herbicida que causou 50% na redução da estatura e massa seca da parte aérea e 50% de fitointoxicação nas plantas de arroz não tolerante quando comparadas com a testemunha. A partir destes cálculos, é possível inferir que quanto maior é o valor de GR_{50} , maior é o potencial remediador da planta estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação tripla entre os fatores não foi significativa ($p > 0,1568$), portanto, esses foram analisados separadamente quanto à capacidade fitorremediadora da cultura estudada em diferentes tipos de solo (Fator A x Fator B) (Figura 1) e quanto ao comportamento das diferentes doses de herbicida em solos com diferentes características mineralógicas, texturais e químicas (Fator B x Fator C) (Figura 2).

Através da análise das curvas de dose resposta da espécie estudada (Figura 1), constatou-se efeito significativo da cobertura do solo ($p < 0,05$) sobre a estatura de plantas de arroz IRGA 417, indicando que a cobertura do solo com ervilhaca mostrou-se fitorremediadora da mistura herbicida utilizada (imazapir + imazapique) em todos os diferentes solos utilizados como substrato, quando analisado a redução de estatura das plantas de arroz (IRGA 417).

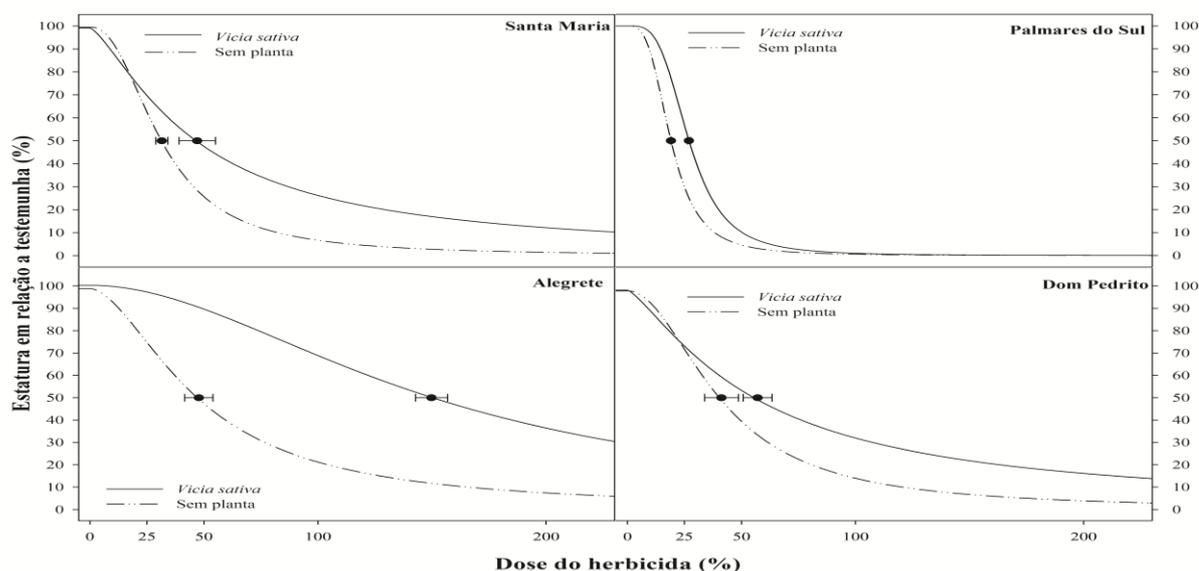


Figura 1. Estatura das plantas bioindicadoras (IRGA 417) semeadas em sucessão a cultura da ervilhaca, em diferentes solos (Santa Maria, Palmares do Sul, Alegrete e Dom Pedrito) contaminados com cinco doses da mistura formulada de imazapir + imazapique ($525 + 175 \text{ g e.a. Kg}^{-1}$), avaliada aos 21 dias após a emergência (DAE) em relação à testemunha (sem cultivo). Barras horizontais indicam o intervalo de confiança 95% de probabilidade.

A presença de espécie vegetal causa impacto positivo na dissipação de moléculas herbicidas no solo, em comparação com solos sem vegetação. Áreas com cobertura vegetal apresentam uma biodegradabilidade mais acelerada e completa quando comparadas com áreas não vegetadas (SOUTO et al., 2013). Isso é atribuído, principalmente, ao mecanismo denominado fitoestimulação, onde os microrganismos existentes na rizosfera das plantas são estimulados a degradar o contaminante, através da liberação de rizodeposições (PROCÓPIO et al., 2009). Quando as condições ambientais favorecem o desenvolvimento desses microrganismos e a biodisponibilidade dos herbicidas, a degradação das imidazolinonas aumenta (KRAEMER et al., 2009).

Independente do solo em que a ervilhaca foi cultivada, o aumento das doses resultou em plantas de menor estatura e massa seca da parte aérea e com maiores sintomas de fitointoxicação (Figura 2).

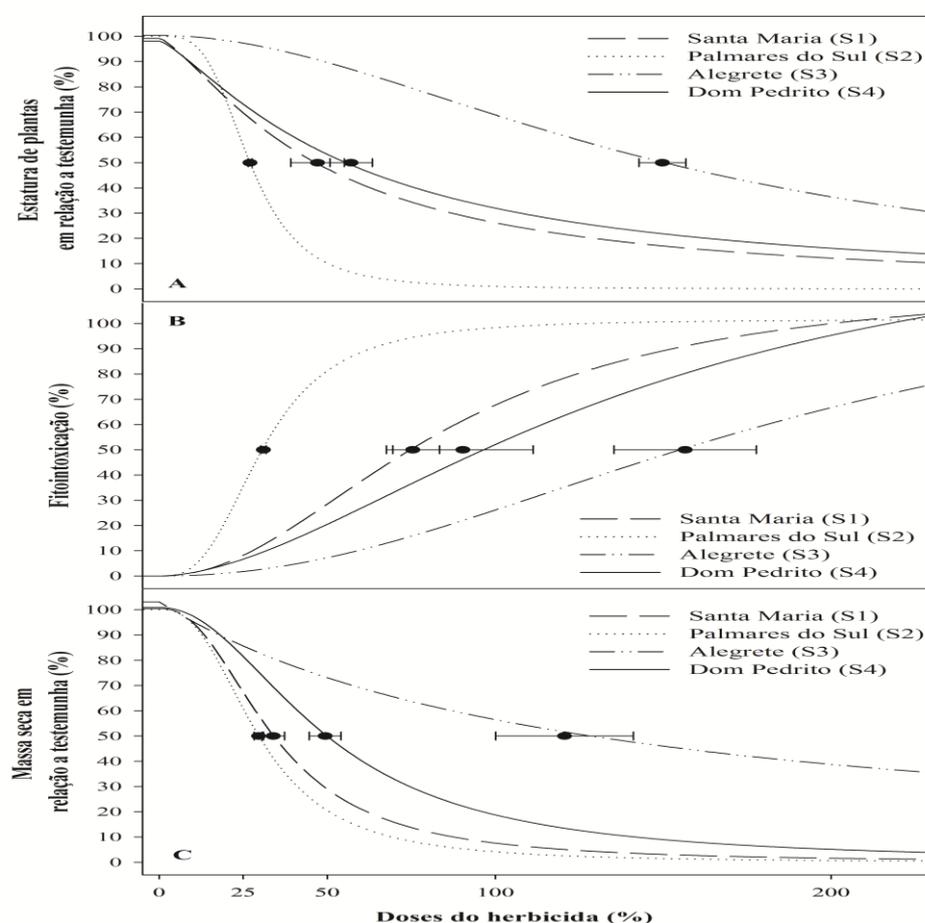


Figura 2. Estatura das plantas (A), sintomas de fitointoxicação (B), avaliadas aos 21 dias após a emergência (DAE) e redução da massa seca da parte aérea (C), avaliada aos 28 DAE, das plantas de arroz (bioindicadora) semeadas em sucessão à cultura da ervilhaca, quando essa foi cultivada em solos com diferentes características texturais, químicas e mineralógicas. Barras horizontais indicam o intervalo de confiança 95% de probabilidade.

Essa resposta corrobora com os resultados obtidos por Monquero et al. (2010), que constataram que a persistência e lixiviação do imazapir em dois solos com diferentes características físicas e químicas é influenciada pelo pH, teor de argila e conteúdo de matéria orgânica. Nesse contexto, os menores valores de GR₅₀ foram observados no solo proveniente de Palmares do Sul (PAL), diferindo estatisticamente dos demais, quando analisado a redução da estatura das plantas de arroz (GR₅₀ = 26,9 – 37,6 g), sintomas de fitointoxicação (GR₅₀ = 31,0 – 43,4 g) e redução da massa seca da parte aérea (GR₅₀ = 29,6 – 41,4 g), esses valores devem-se ao baixo teor de argila e matéria orgânica presente neste solo comparado ao solo de Alegrete, o que diminui a capacidade de sorção tornando a concentração dos herbicidas maior na solução do solo, onde podem ser prontamente absorvidos pelas plantas (FIRMINO et al., 2008).

CONCLUSÕES

A ervilhaca apresenta potencial de fitorremediação da mistura formulada de imazapir + imazapique, mesmo em solos com diferentes características texturais, químicas e mineralógicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIRMINO, L.E. et al. Movimento do herbicida imazapyr no perfil de solos tropicais. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.223-230, 2008.
- KRAEMER, A.F. et al. Destino ambiental dos herbicidas do grupo das imidazolinonas: revisão. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.629-639, 2009.
- MARQUES, M. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.35, p.1-11, 2011.
- MONQUERO, P.A. et al. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.185-195, 2010.
- PROCÓPIO, S.O. et al. Fitorremediação de solos com resíduos de herbicidas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 32p.
- SENSEMAN, S. A. Herbicide handbook. 9. ed. Lawrence: **Weed Science Society of America**, 2007. 458p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Gravataí, RS: SOSBAI, 2012. 176p.
- SOUTO, K.M. et al. Biodegradação dos herbicidas imazetapir e imazapique em solo rizosférico de seis espécies vegetais. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1790-1796, 2013.