

ATIVIDADE RIZOSFÉRICA DE ESPÉCIES VEGETAIS FITORREMEIADORAS DE SOLO COM A PRESENÇA DOS HERBICIDAS IMAZETAPIR E IMAZAPIQUE

Kelen Müller Souto¹; Luis Antonio de Avila²; Dâmaris Sulzbach³; João Paulo Refatti⁴; Sérgio Luiz de Oliveira Machado⁵; Rodrigo Josemar Seminoti Jacques⁶; Renato Zanella⁷.

Palavras-chave: Ambiente, biorremediação, rizodeposição.

INTRODUÇÃO

A rizosfera é um ecossistema capaz de promover crescimento microbiano altamente especializado, suportando populações até 100 vezes maiores do que as comumente encontradas em ambientes isentos de raízes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A ação desses organismos associados às raízes das plantas, acelerando a degradação de compostos no solo, é conhecida como fitoestimulação e constitui-se um dos principais mecanismos de fitorremediação de herbicidas no solo (CUNNINGHAM et al., 1996; ACCIOLY; SIQUEIRA, 2000). A fitoestimulação baseia-se na rizodeposição de uma infinidade de compostos orgânicos, que auxiliam os microrganismos na degradação de poluentes, principalmente porque esses compostos estimulam a atividade metabólica da microbiota existente no entorno das raízes, bem como sua multiplicação.

Em vista do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do solo rizosférico de seis espécies vegetais com potencial para fitorremediação do herbicida composto pela mistura formulada de imazetapir+imazapique (75 + 25 g e.a. L⁻¹) e inferir a contribuição radicular destas no processo de descontaminação desse herbicida.

MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa do experimento foi realizada em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia junto à Universidade Federal de Santa Maria, RS, no ano agrícola de 2010. No período estival foram cultivadas as espécies *Canavalia ensiformis*, *Glycine max* e *Stizolobium aterrimum* em vasos contendo 3 dm³ de solo de várzea livre de herbicida. O mesmo procedimento foi realizado com as espécies *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus* e *Vicia sativa*, cultivadas no período hibernal. Cinquenta e cinco dias após a emergência, as plantas inteiras foram retiradas dos vasos e as amostras do solo aderido às raízes (solo rizosférico) foram coletadas para a aplicação dos tratamentos. Simultaneamente, as amostras de solo mantidas sob as mesmas condições, mas sem cultivo (solo não-rizosférico), foram coletadas como controle. A segunda etapa do experimento realizou-se no Laboratório de Herbologia Professor Loreno Covolo, na referida Instituição, no ano de 2010. Essa etapa foi dividida em dois momentos (experimentos), de acordo com a época de cultivo das espécies testadas.

Amostras de solo rizosférico (100g) proveniente das espécies estivais e hibernais foram acondicionadas em frascos de vidro, onde receberam diferentes doses (tratamentos) da solução de imazetapir+imazapique, na concentração de 75 + 25 g e.a. L⁻¹ do produto comercial, utilizando-se pipetador de precisão. O experimento foi conduzido no

¹ Estudante do Programa de Pós graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Rua Pedro Santini, 79, ap.401, Bairro Nossa Senhora de Lourdes, Santa Maria, RS, kelen_ms@yahoo.com.br.

² Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, laavilabr@gmail.com.

³ Acadêmica do curso de Agronomia, UFSM, damarissulzbach@hotmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Universidade Federal de Pelotas, joaopaulorefatti@hotmail.com

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Departamento de Defesa Fitossanitária, UFSM, slomachado@yahoo.com.br mail.

⁶ Eng. Agrônomo, Dr., Departamento de Solos, UFSM, rodrigo@ufsm.br.

⁷ Eng. Agrônomo, Dr., Departamento de Química, UFSM, renatozanella@pq.cnpq.br.

delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 5) para cada período de cultivo, contendo três repetições. Os tratamentos foram compostos pela combinação de amostras de solo rizosférico das seis espécies vegetais em questão: *Canavalia ensiformis*, *Glycine max* e *Stizolobium atermum* (estivais), e *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus* e *Vicia sativa* (hibernais), mais amostra de solo não-rizosférico; e de cinco doses da mistura formulada de imazetapir+imazapique: zero, 250, 500, 1000, 4000 mL ha⁻¹, totalizando 60 parcelas por período de cultivo.

Para a quantificação da produção de C-CO₂, os frascos foram equipados com aparato de captura de CO₂, composto por um copo plástico de 50 mL com 20 mL de NaOH 0,5 molar, fechados hermeticamente e incubados em triplicata, a temperatura ambiente no laboratório (20 a 25°C).

Ao final do período de incubação, as referidas amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas (LARP-UFSM), onde foi realizada a detecção e a quantificação, utilizando-se cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa (LC-MS-MS), dos herbicidas imazetapir e imazapique ainda existentes nas amostras de solo rizosférico das plantas estudadas.

Os dados foram analisados quanto a homogeneidade da variância e normalidade, sendo submetidos aos procedimentos de análise da variância e regressão polinomial, através do programa computacional SAS, para a análise estatística, e SigmaPlot®, para confecção das equações de regressão referentes a taxa de evolução de C-CO₂.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se o efeito do solo rizosférico na taxa de evolução acumulada de C-CO₂, de acordo com a concentração utilizada da mistura herbicida para as espécies hibernais e estivais (Figuras 1 e 2).

A taxa de liberação de C-CO₂ observada refere-se a quantidade de CO₂ liberado pela microbiota do solo quando esta degrada componentes presentes no solo. Esta "respiração do solo" consiste em um indicador sensível da decomposição de resíduos, volume de carbono orgânico metabolizado e perturbações no ecossistema do solo (PAUL et al., 1999).

É provável que a maior atividade observada no solo cultivado e posteriormente contaminado com herbicida, em comparação com o solo sem cultivo prévio (Figuras 1 e 2), se deva à maior população de microrganismos e maior concentração de carbono na região das raízes, pela habilidade que, provavelmente, estas plantas possuem em secretar uma vasta gama de moléculas de alto e baixo peso molecular na rizosfera, um processo chamado rizodeposição, que segundo Marriell et al. (2005) resulta na proliferação de microrganismos dentro da raiz (endorrizosfera), sobre a raiz (rizoplano) e ao redor da raiz (ectorizosfera), conferido à rizosfera características químicas, físicas e biológicas diferentes das do solo livre de raízes (não rizosférico).

Cabe ressaltar que esta liberação de C-CO₂, pode ser proveniente não somente da mineralização das moléculas da mistura formulada de imazetapir+imazapique (75 + 25 g e.a. L⁻¹) aplicada no solo, mas também da mineralização da matéria orgânica presente no mesmo, bem como dos próprios compostos liberados pelas raízes das plantas (rizodeposição) ou dos adjuvantes da formulação do herbicida. Na tentativa de superar este problema, a detecção e a quantificação dos herbicidas imazetapir e imazapique foi realizada utilizando-se cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa (LC-MS-MS). Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os valores recuperados das moléculas de imazetapir, tanto para as espécies hibernais como para as espécies estivais, bem como para as moléculas de imazapique, observando-se elevada mineralização dos herbicidas adicionados ao solo rizosférico, independente se o solo foi ou não cultivado.

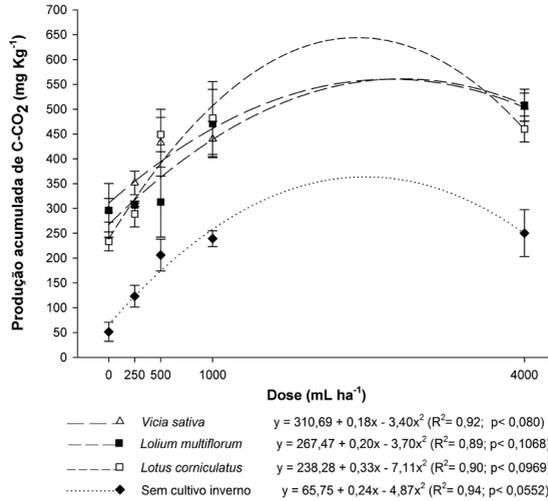


Figura 1 - Produção acumulada de CO₂ em solo rizosférico das espécies hibernais após 63 de incubação em função da dose correspondente a mistura formulada de imazetapir+imazapique (75 + 25 g L⁻¹). Santa Maria, RS, 2010.

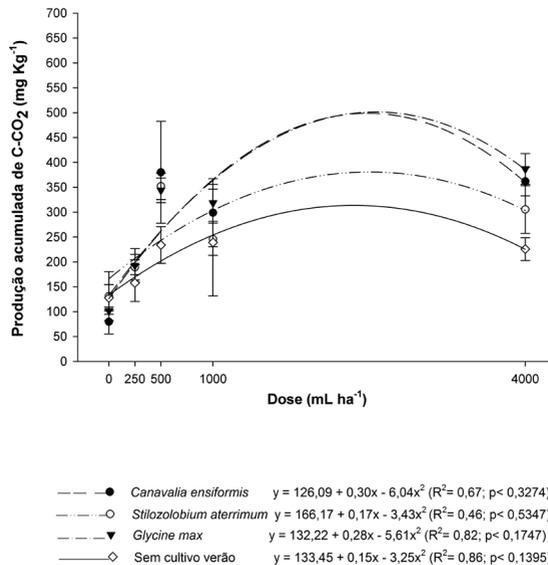


Figura 2 - Produção acumulada de CO₂ em solo rizosférico das espécies estivais após 63 de incubação em função da dose correspondente a mistura formulada de imazetapir+imazapique (75 + 25 g e. a. L⁻¹). Santa Maria, RS, 2010.

A produção de C-CO₂ revelou que na dose de 4000 ml ha⁻¹ ocorreu proporcionalmente menor mineralização em comparação com as doses menores. Porém, os resultados da cromatografia revelam que os ingredientes ativos dos herbicidas utilizados foram degradados quase que em sua totalidade (média de 94% de mineralização). Isto indica que as diferenças observadas na respirometria devem-se a mineralização diferenciada dos adjuvantes, que demonstraram efeito inibidor da atividade microbiana na concentração de 4000 ml ha⁻¹ da mistura formulada de imazetapir+imazapique.

CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho sugerem que os herbicidas imazetapir e imazapique foram preferencialmente utilizados como substrato em comparação com outros componentes da formulação (adjuvantes), devido a elevada mineralização evidenciada pelos resultados obtidos na análise de LC-MS-MS, observados em solo vegetado com as espécies vegetais *Lotus corniculatus*, *Lolium multiflorum*, *Vicia sativa*, *Canavalia ensiformis*, *Stizolobium aterrimum* e *Glycine max*, bem como no solo onde não houve cultivo de espécies vegetais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem CAPES, pela concessão de bolsa de pós-graduação. À Universidade Federal de Santa Maria, pela viabilização das pesquisas realizadas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLO, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 299-352, 2000.
- CUNNINGHAM, S. D. et al. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 56, p. 55-114, 1996.
- MARRIEL, I. E. et al. Aplicação da Técnica Eletroforese em Gel de Gradiente Desnaturante (DGGE) na Caracterização de Microrganismos Dominantes na Rizosfera de Plantas Cultivadas em Solo Ácido. Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo (**Circular Técnica**, 72), 2005, 8p.
- MOREIRA, F.S.M.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.
- PAUL, E. A. et al. Evolution of CO₂ and soil carbon dynamics in biologically managed, row-crop agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v. 11, n. 1, p. 53-65, 1999.
- SANTOS, J. B. et al. Biodegradation of glyphosate in rhizospheric soil cultivated with *Glycine max*, *Canavalia ensiformis* e *Stizolobium aterrimum*. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 781-787, 2009.