



Estimativa da rizodegradação de clomazone em solo cultivado com *Inga marginata* Willd (Fabaceae)⁽¹⁾.

José Barbosa dos Santos⁽²⁾, Cássia Michelle Cabral⁽³⁾, Evander Alves Ferreira⁽⁴⁾,
Rebecca Araujo Fiore⁽³⁾, Eulália Aparecida Silva⁽³⁾, Vitor Antunes Martins da Costa⁽³⁾

⁽¹⁾Trabalho realizado com recursos da FAPEMIG, CNPq e CAPES. ⁽²⁾ Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – PPGCF/UFVJM Diamantina, MG; barbosa@pq.cnpq.br. ⁽³⁾ Discentes do PPGCF/UFVJM; ⁽⁴⁾ Pós-doutorando (CAPES-PNPD) do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – PPGPV/UFVJM.

RESUMO: A fitorremediação é uma técnica que objetiva a descontaminação do solo por meio de plantas como agente remediador. Objetivou-se com esse trabalho estimar a rizodegradação de clomazone em solo cultivado com *Inga marginata* (ingá). Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram efetuadas três aplicações do herbicida clomazone em mudas de ingá, entre 60 e 100 dias após o plantio. Cada aplicação foi correspondente à metade da dose comercial de 2 L ha⁻¹. Foram avaliadas altura, intoxicação visual e acúmulo de matéria seca pelas plantas além da diversidade microbiana do solo por meio da técnica do T-RFLP. Observou-se desenvolvimento satisfatório da espécie remediadora na presença do herbicida. Plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) usadas como bioindicadores apresentaram crescimento normal quando cultivadas em solo onde antes havia ingá, indicando efeito positivo da fitorremediação. Os resultados de T-RFLP confirmaram a diversidade microbiana diferenciada associada a rizosfera da espécie.

Termos de Indexação: T-RFLP, herbicida, fitorremediação

INTRODUÇÃO

O herbicida clomazone, ingrediente ativo do Gamit®, um importante herbicida empregado nas culturas do arroz irrigado, soja, milho, fumo, algodão, cana-de-açúcar e mandioca (MAPA, 2012), é altamente solúvel em água (1100 mg L⁻¹ a 25 °C) o que lhe confere maior poder tóxico quando em presença de água abundante (Zanella *et al.*, 2008; Estevez *et al.*, 2008). As propriedades da molécula de clomazone indicam elevado potencial de deslocamento no ambiente junto à lâmina de água durante as chuvas, irrigação e drenagem, podendo ocasionar intoxicação às plantas sensíveis à jusante dos locais de aplicação.

Uma das técnicas utilizadas para retirada de resíduos de herbicidas do solo é a fitorremediação. Esta se vale de plantas para o tratamento de solos contaminados (Sulmon *et al.*, 2007), visando sua recuperação. Diante desta possibilidade estudos têm sido realizados visando avaliar a fitorremediação de alguns ambientes com resíduos de herbicidas (Assis *et al.*, 2010; Belo *et al.*, 2007). No entanto, em se tratando de herbicidas com poder de lixiviação, novas tecnologias devem ser desenvolvidas para evitar a chegada de resíduos nos cursos hídricos. Nesse sentido, nova proposta



seria a utilização de espécies arbóreas visando sua interceptação.

A fitorremediação empregando espécies arbóreas pode ser estratégia para a reabilitação de áreas contaminadas por herbicidas, uma vez que estas o imobilizam por mais tempo em seus tecidos reduzindo os impactos ambientais desta molécula (Pulford & Watson, 2003). Além disso, algumas plantas podem favorecer o desenvolvimento de um ambiente rizosférico único, com diversidade microbiana capaz de degradar a molécula do herbicida, tendo em vista que a principal via de degradação do clomazone é a microbiológica (Kirksey *et al.*, 1996).

A seleção de plantas que apresentem tolerância ao herbicida é o primeiro passo na detecção de espécies potencialmente fitorremediadoras, sendo o *Inga marginata* Willd (Fabaceae) (ingá) uma espécie promissora, pois tolera resíduos do clomazone. Diante do exposto objetivou-se, com este trabalho verificar a capacidade remediadora e a diversidade microbiana em solo com resíduo do herbicida clomazone, previamente cultivado com ingá a fim de obter uma caracterização das comunidades microbianas presentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, localizada no município de Diamantina-MG. O substrato utilizado foi composto por amostra de Latossolo Vermelho- Amarelo (EMBRAPA, 2006), coletado na camada de 0-20 cm, cuja caracterização físico-química encontra-se na Tabela 1.

Os tratamentos, em número de 4 (solo sem clomazone e sem planta – SSCSP ou com ingá - SSCCI), solo com clomazone e cultivado previamente com ingá - SCCCI e solo com

clomazone e sem planta - SSCSP), foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições. As mudas de ingá foram cultivadas em vasos com capacidade volumétrica de 5 L. Foram feitas 3 aplicações do herbicida clomazone (aos 60, 80 e 100 dias após o plantio), cada uma correspondente a metade da dose comercial de 2 L ha⁻¹. As aplicações foram efetuadas com auxílio de micropipeta com ajuste manual, diretamente em pratos de contenção de água colocados sob os vasos, com o intuito de simular a absorção de água pela raiz a partir de um lençol freático contaminado pelo herbicida.

Foi retirada uma amostra de solo de cada vaso e submetido a análises de Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP) para comparar o perfil genético das comunidades de bactérias, fungos e arqueas simultaneamente (Singh *et al.*, 2006). Para confirmação da capacidade remediadora, plantas de *Sorghum bicolor* foram cultivadas em cada vaso após a coleta das plantas de ingá. Assim, além das avaliações de crescimento nas plantas remediadoras, avaliou-se também o desempenho da bioindicadora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das médias observadas para as plantas de ingá (remediadora) e das plantas de sorgo (bioindicadora) foram iguais independentemente da presença do herbicida no substrato, indicando efeito descontaminador da espécie arbórea. A partir dos dados obtidos com estudo do Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP), foram analisados os dados de riqueza de Unidade Taxonômicas Operacionais (UTO's), onde, para cada T-RF encontrado no perfil de uma comunidade, uma Unidade Taxonômica Operacional (UTO) foi considerada (Figura 1). Foi possível notar a presença de alguns T-RFs em um



ambiente que não aparecem em outros, evidenciando a presença de algumas UTO's exclusivas em cada ambiente. Os valores do índice de diversidade de *Shannon* revelaram maior diversidade em substrato SSCSP e SSCCI do que as calculadas para SSCCI e SCCSP. Essa diferença entre as amostras pode ser explicada pela presença do herbicida, uma vez que em áreas sem presença de resíduos mantém-se o padrão de diversidade encontrado no solo (Tsai *et al.*, 2003) (Tabela 1).

Para indicar a proporção de indivíduos de cada uma das espécies presentes em uma comunidade em relação ao total de indivíduos da mesma, foi calculado o índice de Pielou (J') (Pielou, 2000). As amostras apresentaram um alto valor de equitabilidade, demonstrando robustez dos resultados (Pielou, 2000) (Tabela 2).

Os dados corroboram a hipótese de que o efeito do resíduo de clomazone altera as comunidades microbianas presentes no solo indicando potencial efeito rizodegradador no processo de descontaminação.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem afirmar que *Inga marginata* Willd. apresentou comunidade microbiana única associada a sua rizosfera. As análises de T-RFLP verificaram que a microbiota associada a rizosfera difere das amostras analisadas e, portanto, podem contribuir para o processo de degradação do herbicida clomazone.

BIBLIOGRAFIA

ASSIS R. L., PROCÓPIO S. O., CARMO M. L., PIRES F. R., CARGNELUTTI FILHO A. & BRAZ G. B. P. Fitorremediação de solo contaminado com o herbicida

picloram por plantas de capim pé de galinha gigante **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.11, p.1131-1135, 2010 Campina Grande PB, UAEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>

BELO, A.F.2, SANTOS, E.A.3, SANTOS, J.B.4, FERREIRA, L.R.5, SILVA, A.A.5, CECON, P.R.6 e SILVA, L.L.7 *Phytoremediation of Soil Fertilized with Organic Compound and Contaminated With Trifloxysulfuron-Sodium Planta Daninha*, v. 25, n. 2, p. 251-258, 2007

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

ESTÉVEZ, M. A.; PERIAGO, E. L.; CARBALLO, E. M.; GÁNDARA, J. S.; MEJUTO, J. C.; RÍO, L. G.; **Agriculture, Ecosystems and Environment**, p. 123-247, 2008

KIRKSEY, K. B.; HAYES, R. M.; KRUEGER, W. A.; MULLINS, C. A.; MUELLER, T. C. Clomazone Dissipation in Two Tennessee Soils. **Weed Science**, v. 44, n. 4, p. 959- 963, 1996.

MAPA - **Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos fitossanitários (Consulta Aberta)). http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Data da consulta 27-08-2012.

PULFORD, I.D AND WATSON, C. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees—a review. **Environment International** v. 29, p. 529-540. 2003.

SINGH, B. K., NAZARIES L., MUNRO S., ANDERSON I. C., AND CAMPBELL C. D. Use of multiplex terminal restriction fragment length polymorphism for rapid and simultaneous analysis of different components of the soil microbial community. **Applied. Environmental. Microbiology**, v. 72, p. 7278 – 7285, 2006.

ZANELLA R., PRIMEL E.G., GONÇALVES F. F., MARTINS M. L., ADAIME M. B., MARCHESANC E. and MACHADOC S. L. O. Study of the Degradation of the Herbicide Clomazone in Distilled and in Irrigated Rice Field Waters using HPLC-DAD and GC-MS **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 19, n. 5, p. 987-995, 2008

Tabela 1- Composição físico-química de um Latossolo- Vermelho Amarelo na camada de 0-20 cm utilizado no experimento.

Análise Granulométrica (dag kg ⁻¹)												
Areia			Silte				Argila					
38			6				56					
Análise Química												
pH	P	k	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	m	V	M.O.
H ₂ O	mg/dm ²		cmolc dm ³						%		dag/kg	
6,1	0,7	25	1,7	0,5	0	3,7	2,3	2,3	6	2	38	1

Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM.

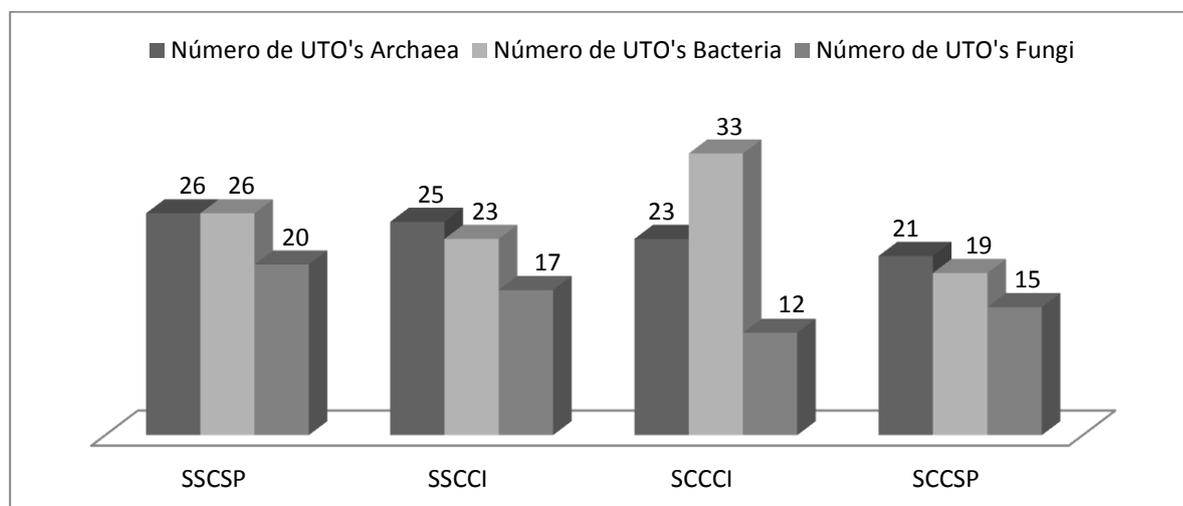


Figura 1- Riqueza de Unidades Taxonômicas Operacionais (UTO's) detectadas com as técnicas de T-RFLP. SSCSP- solo sem clomazone e sem planta; SSCCI- solo sem clomazone e cultivado com *I.marginata*; SCCC- solo com clomazone e cultivado com *I.marginata* e SCCSP- solo com clomazone e sem planta.

Tabela 2- Índice de Diversidade e medidas de Equitabilidade* ds amostras obtidas usando T-RFLP

Amostras	Archaea		Bacteria		Fungi	
	Shannon (H')	Pielou (J')	Shannon (H')	Pielou (J')	Shannon (H')	Pielou (J')
Solo sem herbicida, sem planta	3,14	0,96	3,05	0,94	2,86	0,94
Solo sem herbicida, com Inga	3,09	0,96	2,96	0,94	2,62	0,94
Solo com clomazone , com Inga	3,10	0,99	3,32	0,95	2,06	0,95
Solo com clomazone, sem planta	2,92	0,96	2,65	0,90	2,47	0,90

*Índice de Pielou, quanto mais próximo de 1 maior é a equitabilidade da amostragem.