

FITORREMEDIAÇÃO DE PICLORAM EM SOLO CULTIVADO COM *Brachiaria brizantha*

BRAGA, R. R. (UFV, Viçosa/MG – granderenan@gmail.com), BIBIANO, C. S. (UFLA, Lavras/MG – camila.bibiano@yahoo.com.br), OLIVEIRA, M. C. (UNL, Lincoln/NE/EUA – maxwelco@gmail.com), FERREIRA, E. A. (UFVJM, Diamantina/MG – evanderlves@yahoo.com.br), SANTOS, J. B. (UFVJM, Diamantina/MG – jbarbosasantos@yahoo.com.br), BARCELLOS JÚNIOR, L. H. (UFV, Viçosa/MG – lucashergerbj@hotmail.com), PEREIRA, G. A. M. (UFV, Viçosa/MG – gustavogamp@hotmail.com), MATOS, C. C. (chrisconmatos@yahoo.com.br)

RESUMO: O herbicida picloram é utilizado em áreas de pastagens para o manejo de plantas daninhas de folhas largas perenes e tem sido intensamente pesquisado em função da alta concentração relativa nos solos. A duração da persistência deste herbicida varia com o clima, mas também com atributos do solo, como textura e pH. Assim, objetivou-se com este trabalho determinar a capacidade da espécie *Brachiaria brizantha* em remediar solos contaminados com resíduo de picloram em diferentes valores de pH. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A espécie biorremediadora foi cultivada por 60 dias e posteriormente cultivou-se plantas de pepino como indicadores da presença do herbicida no mesmo solo. A planta remediadora reduziu a concentração de picloram na camada superficial de solo, o que pode ser atribuído a sua capacidade de degradar o herbicida e também ao fato desta absorver e exsudar o herbicida ao longo das camadas de solo. Conclui-se que a *B. brizantha* pode ser usada para remediação de solos contaminados por picloram.

Palavras-chave: acidez do solo, calcário, herbicida

INTRODUÇÃO

Para a recuperação de áreas contaminadas por herbicidas, consta na literatura vários artifícios, tais como escavação, incineração, extração com solvente, oxido-redução e outros consideravelmente onerosos (ACCIOLY & SIQUEIRA, 2000), portanto de difícil empregabilidade prática. Neste cenário, a fitorremediação ganha destaque, pois se vale de sistemas vegetais com o intuito de desintoxicar ambientes degradados e, ou poluídos. Admitindo-se diversos resultados obtidos como pertencentes à pesquisa básica, ainda se encontram diversas lacunas no conhecimento desta técnica, necessitando informações mais específicas para que a tecnologia seja reconhecida e amplamente utilizada.

Devido à necessidade de uso racional dos insumos agrícolas para minimizar os impactos ambientais da agricultura, estudos têm sido realizados com o objetivo de

compreender o comportamento de herbicidas no solo (PANG et al., 2000; CARRIZOSA et al., 2004). Portanto, trabalhos envolvendo características como a presença de cargas dependentes de pH, minerais de argila, matéria orgânica, CTC e o destino dos herbicidas no ambiente são extremamente necessários.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho determinar o potencial da espécie *Brachiaria brizantha* na remediação de solos contaminados pelo picloram em diferentes níveis de pH.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em casa-de-vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, utilizando amostra de um Latossolo Vermelho proveniente da região de Diamantina-MG caracterizado como franco argiloso arenosa com 23, 12 e 65% de argila e silte e areia, respectivamente. E apresentou o seguinte resultado da análise química: pH (água) de 4,5; teor de matéria orgânica de 8,7 dag kg⁻¹; P e K de 3,0 e 39 mg dm⁻³, respectivamente; Ca, Mg, Al, H+Al e CTC_{efetiva} de 1,1; 0,3; 1,4; 15,7 e 2,9 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Foram realizados dois experimentos, no primeiro não foi realizada correção da acidez do solo e no segundo aplicou-se o equivalente a 5,2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 80%). Os ensaios foram divididos em duas etapas, na primeira, se testou a biorremediação e na segunda, detectou-se as concentrações de picloram por meio da bioindicação. Em ambos os ensaios adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, em esquema 2x2x4, permanecendo em primeiro nível a presença ou não de *Brachiaria brizantha*, no segundo nível as doses do herbicida (120 e 240 g ha⁻¹ de picloram na formulação Padron[®]) e no último nível as profundidades avaliadas (0 a 10, 10 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm). Para se estimar a concentração do herbicida no solo realizou-se o método do bioensaio, utilizando o pepino, *Cucumis sativus*, como planta bioindicadora e foi utilizada escala de avaliação de intoxicação de acordo com EWRC (1964).

As variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias se significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os valores de intoxicação visual, a interação tripla foi significativa nos dois ensaios, um com pH em 4,5 e o outro em 5,6. No solo com pH de 4,5, notou-se diferença entre as doses de herbicida em todas as profundidades na presença da planta biorremediadora. Na ausência da planta, observou-se diferença apenas na camada superficial do solo (Tabela 1). A igualdade dos tratamentos sem a presença da *Brachiaria brizantha* pode

ter ocorrido devido à baixa concentração do herbicida nestas camadas mais profundas. Assim, nos demais tratamentos a planta biorremediadora pode ter contribuído na distribuição do herbicida nas camadas de solo, por meio da absorção e exsudação do mesmo. TUFFI SANTOS et al. (2008) relatam a capacidade da espécie *Brachiaria decumbens* em absorver e exsudar glyphosate, comportamento que pode ocorrer com outras espécies do mesmo gênero e com outros herbicidas.

Tabela 1 – Intoxicação visual (%) de plantas de pepino cultivadas em solo com pH de 4,5 tratado com picloram.

Dose de picloram	Profundidade (cm)							
	0-10		10-20		20-30		30-40	
	Presença ou ausência de <i>Brachiaria brizantha</i>							
	Com	sem	com	sem	Com	sem	com	Sem
120 g ha ⁻¹	12,1Bb	16,3Ab	7,9Ab	10,2Aa	5,8Ab	9,5Aa	15,4Ab	14,0Aa
240 g ha ⁻¹	23,2Ba	29,4Aa	15,2Aa	13,6Aa	20,7Aa	11,7Ba	19,9Aa	17,7Aa
CV _{presença ou não de <i>B. brizantha</i>} = 16,78								
CV _{doses de picloram} = 28,67								
CV _{profundidades} = 29,12								

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na linha (presença ou não de *B. brizantha*) e minúsculas na coluna (doses de picloram) não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Para o pH de 5,6, observou-se maiores valores de intoxicação do pepino na maior dose do herbicida na camada superficial do solo, independentemente da presença da planta biorremediadora. Este comportamento foi semelhante na maior profundidade na ausência de *B. brizantha*. Entretanto, na presença da biorremediadora o comportamento se inverteu, com maiores danos às plantas de pepino com aplicação da menor dose de picloram (Tabela 2).

Tabela 2. Intoxicação visual (%) de plantas de pepino cultivadas em solo com pH de 5,6 tratado com picloram.

Dose de picloram	Profundidade (cm)							
	0-10		10-20		20-30		30-40	
	Presença ou ausência de <i>Brachiaria brizantha</i>							
	com	sem	com	sem	Com	sem	com	Sem
120 g ha ⁻¹	25,6Bb	42,9Ab	6,3Aa	6,6Aa	5,8Aa	6,0Aa	13,3Aa	10,6Ab
140 g ha ⁻¹	46,0Ba	51,9Aa	4,8Aa	6,8Aa	6,5Aa	5,8Aa	8,6Bb	16,8Aa
CV _{presença ou não de <i>B. brizantha</i>} = 23,87								
CV _{doses de picloram} = 24,82								
CV _{profundidades} = 19,91								

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na linha (presença ou não de *B. brizantha*) e minúsculas na coluna (doses de picloram) não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Ao se analisar quanto à presença da planta remediadora em solo com pH de 4,5, observou-se que na camada superficial do solo, a *B. brizantha* reduziu a concentração do herbicida nas duas doses aplicadas (Tabela 1). Esta redução pode ser atribuída à capacidade da espécie fitorremediadora absorver e, ou estimular a degradação do picloram. Outro fator

que pode ter contribuído é a distribuição do herbicida, sendo que a planta remediadora atuou de forma a dispersar o herbicida ao longo do vaso, o que é evidenciado na camada de 20 a 30 cm, que na maior dose o solo com *B. brizantha* obteve a maior concentração.

Em solo com pH de 5,6 pode-se observar novamente a capacidade de redução do nível de resíduos de picloram da espécie *B. brizantha* na camada superficial e até mesmo em camadas mais profundas (Tabela 2). Diversos trabalhos relatam o potencial de gramíneas na redução da concentração de picloram no solo (ASSIS et al., 2010a; ASSIS et al., 2010b; SILVA et al., 2012). A influência da planta remediadora sobre a concentração do herbicida pode se dar de diversas formas, como a estimulação da microbiota do solo por meio da liberação de exsudados, aumentando assim a degradação das moléculas (CUNNINGHAM et al., 1996; SANTOS et al., 2007), tendo em vista que os microrganismos são os grandes responsáveis por sua extinção (PRATA & LAVORENTI, 2000), principalmente devido à sua grande diversidade metabólica. Outro fator de grande contribuição é a absorção do herbicida pela planta, a qual pode degradá-lo, volatilizá-lo, transformá-lo em moléculas menos tóxicas, conjugá-lo a compostos sem atividade ou até mesmo acumulá-lo em seus tecidos, como no interior dos vacúolos das células (SUSARLA et al., 2002). Esta última situação é de grande importância devido ao fato do picloram apresentar alta estabilidade na planta, permanecendo longos períodos sem ser metabolizado (SILVA et al., 2007).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a *B. brizantha* pode ser usada para remediação de solos contaminados por picloram, embora o solo ainda permaneça com pequenas concentrações do contaminante distribuídas ao longo das camadas de solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R.F. et al. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.299-351.
- ASSIS, R. L. et al. 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, 2010a.
- ASSIS, R.L. et al. Fitorremediação de solo contaminado com o herbicida picloram por plantas de *Panicum maximum* em função do teor de água no solo. **Revista Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p.845-853, 2010b.
- CARRIZOSA, M.J. et al. Interactions of acid herbicides bentazon and dicamba with organoclays. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, n.6, p.1863-1866, 2004.

CUNNINGHAM, S.D. et al. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. **Advances in Agronomy**, v.56, p.55-114, 1996.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL - EWRC. Report of 3 rd and 4 rd meetings of EWRC. Committee of methods in weed research. **Weed Research**, v.4, n.1, p.88, 1964.

PANG, L. P. et al. Simulation of picloram, atrazine and simazine leaching through two New Zealand soils and into groundwater using HYDRUS-2D. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.44, n.1, p.19-46, 2000.

PRATA, F.; LAVORENTI, A. Comportamento de herbicidas no solo: influência da matéria orgânica. **Revista Biociências**, v.6, n.2, p.17-22, 2000.

SANTOS, E. A. et al. Fitoestimulação por *Stizolobium aterrimum* como processo de remediação de solo contaminado com Trifloxysulfuron sodium. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.259-265, 2007.

SILVA, J. F. et al. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007.p. 83-148.

SILVA, L. O. C. et al. Ação de *Eleusine coracana* na remediação de solos contaminados com picloram. **Planta Daninha**, v.30, n.3, p.627-632, 2012.

SUSARLA, S. et al. Phytoremediation: An ecological solution to organic chemical contamination. **Ecological Engineering**, v.18, p.647-658, 2002.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Exsudação radicular de glyphosate por *Brachiaria decumbens* e seus efeitos em plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.369-374, 2008.