

Efeito da densidade populacional de *Crotalaria juncea* na fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone⁽¹⁾

Alessandra Ferreira Belo⁽²⁾; Mariana Ferraço⁽³⁾; Fábio Ribeiro Pires⁽⁴⁾; Ademar Celin Filho⁽⁵⁾; Sergio de Oliveira Procópio⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Engenheira Agrônoma, Pós-doutoranda em Agricultura Tropical; Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo; ferreiragro@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Bióloga, M.Sc. em Agricultura Tropical; Universidade Federal do Espírito Santo; marianaferraco@yahoo.com.br ⁽⁴⁾ Professor do Centro Universitário Norte do Espírito Santo; Universidade Federal do Espírito Santo; pires.fr@gmail.com ⁽⁵⁾ Graduando do curso de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal do Espírito Santo; ademar_celin@hotmail.com ⁽⁶⁾ Pesquisador da Embrapa; Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros; procopio@cpatc.embrapa.br

RESUMO: O efeito residual prolongado do sulfentrazone no solo pode acarretar danos às culturas sucedâneas suscetíveis. Com isso, objetivou-se avaliar a influência da densidade populacional de *Crotalaria juncea* sobre a fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone. Os tratamentos foram compostos pela combinação entre quatro densidades populacionais de *Crotalaria juncea* (0, 60, 120 e 240 plantas m⁻²) e três doses do herbicida sulfentrazone (0, 200 e 400 g ha⁻¹). Aos 75 dias após a emergência, as plantas foram cortadas na altura do coleto. Em seguida, efetuou-se, no próprio vaso, a semeadura da espécie indicadora de resíduo de sulfentrazone no solo, milheto, na qual foram avaliadas a fitotoxicidade e a biomassa seca da parte aérea. O cultivo prévio da espécie fitorremediadora *Crotalaria juncea* promoveu a remediação do solo contaminado com sulfentrazone. A densidade populacional mínima de *Crotalaria juncea* que possibilita o desenvolvimento do milheto é de 60 plantas m⁻².

Termos de indexação: descontaminação do solo, adubo verde, herbicida.

INTRODUÇÃO

Existe atualmente grande preocupação no que diz respeito à contaminação ambiental causada pela utilização incorreta de xenobióticos. Sabe-se que o manejo incorreto desses produtos é considerado um dos principais fatores responsáveis pela degradação ambiental (Law, 2001).

As moléculas herbicidas enquadram-se entre as substâncias que representam risco de contaminação devido a sua persistência e toxicidade. Dentre os herbicidas que apresentam longo período residual no solo destaca-se o sulfentrazone, que é recomendado para uso em

pré-emergência no controle de plantas daninhas nas culturas da cana-de-açúcar, soja, citrus, café, eucalipto e em áreas não agrícolas (Rodrigues & Almeida, 2005). Por apresentar longa persistência no solo, este herbicida pode inviabilizar o cultivo de plantas sensíveis por um longo período após a sua aplicação, dependendo da dose aplicada e das condições edafoclimáticas (Vivian et al., 2006).

Para minimizar o impacto ambiental causado pelo uso de herbicidas, especialmente aqueles com longo período de atividade no solo, várias técnicas têm sido empregadas, destacando-se a fitorremediação que consiste na utilização de espécies vegetais para acelerar a desintoxicação de solos e águas contaminados com compostos tóxicos (Cunningham et al., 1996).

Considerando a longa persistência do sulfentrazone (Polubesova et al., 2003) e os problemas ocasionados pelo seu efeito *carryover* em rotação de culturas (Main et al., 2004), objetivou-se avaliar a influência da densidade populacional de *Crotalaria juncea* sobre a fitorremediação de solo contaminado com o herbicida sulfentrazone.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de agosto de 2011 a fevereiro de 2012. Como substrato para o crescimento das plantas utilizou-se solo da camada de 0-20 cm de um Argissolo Amarelo coeso de textura arenosa, sem histórico de aplicação de herbicidas. Esse foi peneirado em malha de 4 mm e adubado conforme recomendação da análise de solo.

Os tratamentos foram compostos por um fatorial 4 x 3, no delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições. O primeiro fator foi quatro densidades populacionais da espécie fitorremediadora *Crotalaria juncea* (0, 60, 120 e 240

plantas m^{-2}) e o segundo três doses de sulfentrazone (0, 200 e 400 $g\ ha^{-1}$), aplicadas em pré-emergência dessas plantas. As densidades correspondem a zero, 1x, 2x e 4x a densidade recomendada na prática da adubação verde.

Após o preparo do solo, o mesmo foi colocado em vasos não perfurados onde foram adicionados 10,0 kg do substrato. Estes foram irrigados ajustando a umidade do solo em valor próximo a 80% da capacidade de campo (CC), determinada conforme Casaroli & Lier (2008), fazendo-se a seguir a aplicação do sulfentrazone com o auxílio de um micro-pulverizador.

A semeadura da espécie fitorremediadora foi realizada oito dias após a aplicação do sulfentrazone e sete dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste, deixando-se o número de plantas por vaso correspondente a cada tratamento. Foram feitas irrigações três vezes ao dia para a manutenção da umidade do solo em 60% da CC.

Aos 75 DAE, as plantas foram cortadas na altura do coleto e o solo dos vasos novamente analisado e adubado de forma específica para cada tratamento, a fim de se uniformizar a disponibilidade de nutrientes em cada unidade experimental. Em seguida, foi realizada a semeadura do milheto (*Pennisetum glaucum* var. ADR7010), espécie indicadora de resíduo de sulfentrazone no solo.

Aos 25 e 42 DAE do milheto foram avaliadas a fitotoxicidade de forma visual utilizando-se escala percentual, onde 0 (zero) significa ausência de sintomas e 100% morte de todas as plantas.

Aos 42 DAE o milheto foi cortado rente ao solo, sendo o material vegetal imediatamente colocado em estufa de circulação forçada de ar ($70 \pm 2\ ^\circ C$) até obter peso constante. Posteriormente esse material foi pesado em balança analítica, determinando-se assim a biomassa seca da parte aérea.

Após a coleta e tabulação dos dados, estes foram submetidos à análise de variância. As médias dos efeitos significativos das doses do sulfentrazone, em cada densidade populacional, foram verificadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância, devido ao número insuficiente de níveis para o ajuste das equações de regressão.

A análise dos efeitos significativos da densidade populacional da espécie fitorremediadora *Crotalaria juncea* dentro de cada dose do herbicida foi realizada por análise de regressão, sendo os coeficientes das equações testados pelo teste t a 5% de significância (dados não apresentados).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas de fitotoxicidade nas plantas de *P. glaucum*, aos 25 DAE, evoluíram com aumento das doses do sulfentrazone no solo, independentemente das densidades avaliadas (0, 60, 120 e 240 plantas m^{-2}), sendo que sem o cultivo prévio da espécie fitorremediadora (*C. juncea*) as plantas de *P. glaucum* apresentaram 100% de fitotoxicidade, não sobrevivendo à atividade do herbicida no solo (**Tabela 1**). Esse fato aponta para a validação da eficiência da fitorremediação na descontaminação de solos contaminados com sulfentrazone, justificando-se o seu emprego em áreas agrícolas.

Concordando com este resultado, o cultivo prévio de *Eleusine coracana* na densidade de 172 plantas m^{-2} proporcionou diminuição considerável nos níveis de intoxicação das plantas de soja, em média inferiores a 65%, quando comparados aos tratamentos sem fitorremediação, com injúrias acima de 97%, em que as plantas estavam praticamente mortas pela atividade residual do picloram (Procópio et al., 2008).

O cultivo prévio de *C. juncea* nas densidades de 120 e 240 plantas m^{-2} contribuiu para descontaminação do solo contaminado com 200 $g\ ha^{-1}$ de sulfentrazone, pois a fitotoxicidade, apresentada nas plantas de *P. glaucum* aos 42 DAE, não diferiu estatisticamente daquelas cultivadas na ausência do herbicida (**Tabela 1**).

Todas as densidades populacionais de *C. juncea* (60, 120 e 240 plantas m^{-2}) foram capazes de garantir o acúmulo da biomassa da planta indicadora, quando esta foi cultivada em solo contaminado com sulfentrazone. Na densidade de 60 plantas m^{-2} a biomassa seca da parte aérea de *P. glaucum* cultivado em solo contaminado com 200 $g\ ha^{-1}$ de sulfentrazone não diferiu do tratamento sem aplicação do herbicida, evidenciando que esta densidade de *C. juncea* é adequada para descontaminar solo com aplicação de até 200 $g\ ha^{-1}$ de sulfentrazone (**Tabela 1**).

No tratamento sem cultivo prévio de *C. juncea*, com aplicação de 400 $g\ ha^{-1}$ de sulfentrazone, não houve acúmulo de biomassa seca da parte aérea de *P. glaucum* (**Tabela 1**). Isso reforça o cuidado com o plantio de *P. glaucum* em áreas onde esse herbicida tenha sido empregado anteriormente. Também, mostra a importância do uso da técnica de fitorremediação no processo de descontaminação de solos contaminados com sulfentrazone.

Neste trabalho, embora o cultivo prévio com as densidades populacionais avaliadas de *C. juncea* (60, 120 e 240 plantas m^{-2}) tenha contribuído para a descontaminação de solo contaminado com sulfentrazone, melhores resultados foram obtidos com a utilização de 240 plantas m^{-2} (**Tabela 1**). O



que comprova o efeito benéfico do aumento da densidade populacional das plantas de *C. juncea* na eficácia da técnica de fitorremediação.

Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Planta Daninha, 24:741-750, 2006.

CONCLUSÕES

O cultivo prévio da espécie fitorremediadora *Crotalaria juncea* promove a remediação de solo contaminado com o herbicida sulfentrazone.

A densidade populacional mínima de *Crotalaria juncea* que possibilita o desenvolvimento do milho é de 60 plantas m⁻². Todavia, melhores resultados são obtidos na densidade de 240 plantas m⁻².

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento do projeto e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

CASAROLI, D. & JONG VAN LIER, Q. Critérios para determinação da capacidade de vaso. R. Bras. Ci. Solo, 32:59-66, 2008.

CUNNINGHAM, S. D.; ANDERSON, T. A.; SCHWAB, A. P. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. Advances in Agronomy, 56:55-114, 1996.

LAW, S. E. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during the 20th century. J. Electrostat., 51:25-42, 2001.

MAIN, C. L.; MUELLER, T. C.; HAYES, R. M.; WILCUT, J. W.; PEEPER, T. F.; TALBERT, R. E.; WITT, W. W. Sulfentrazone persistence in southern soils: bioavailable concentration and effect on a rotational cotton crop. Weed Technol., 18:346-352, 2004.

POLUBESOVA, T.; NIR, S.; RABINOVITZ, O.; BORISOVER, M.; RUBIN, B. Sulfentrazone adsorbed on micelle-montmorillonite complexes for slow release in soils. J. Agric. Food Chem., 51:3410-3414, 2003.

PROCÓPIO, S. O.; CARMO, M. L.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BRAZ, G. B. P.; SILVA, W. F. P.; BARROSO, A. L. L.; SILVA, G. P.; CARMO, E. L.; BRAZ, A. J. B. P. Fitorremediação de solo contaminado com picloram por capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine coracana*). R. Bras. Ci. Solo, 2:2517-2524, 2008.

RODRIGUES, B. N. & ALMEIDA, F. S. Guia de herbicidas. 5 ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 591p.

VIVIAN, R.; REIS, M. R.; JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; GUIMARÃES, A. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-

Tabela 1. Fitotoxicidade e biomassa seca da parte aérea de plantas de *Pennisetum glaucum* semeadas após o cultivo prévio de *Crotalaria juncea*, em quatro densidades populacionais, em solo contaminado com três níveis do herbicida sulfentrazone

Doses de sulfentrazone (g ha ⁻¹)	Plantas de <i>Crotalaria juncea</i> m ⁻²			
	0	60	120	240
	Fitotoxicidade (%) aos 25 DAE ⁽¹⁾			
0	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
200	60,00 b	46,25 b	41,25 b	37,50 b
400	100,00 a	83,75 a	77,50 a	58,75 a
C.V. (%)	18,32			
	Fitotoxicidade (%) aos 42 DAE			
0	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b
200	53,75 b	25,00 b	15,00 b	12,50 b
400	100,00 a	70,00 a	58,75 a	43,75 a
C.V. (%)	28,39			
	Biomassa seca da parte aérea (g) aos 42 DAE			
0	52,39 a	53,43 a	54,84 a	58,28 a
200	20,00 b	50,30 a	50,38 a	52,50 a
400	0,00 c	9,68 b	21,30 b	28,72 b
C.V. (%)	18,65			

⁽¹⁾ DAE: dias após a emergência. Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.