

FITORREMEDIAÇÃO DO HERBICIDA SULFENTRAZONE EM CONDIÇÕES DE CAMPO

BELO, A. F. (Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, São Mateus/ES - ferreiragro@yahoo.com.br), TÊNIS, L. H. O. (UFES, São Mateus/ES - luluis12@hotmail.com), ORTELAN, B. P. (UFES, São Mateus/ES - bruno-passigatto@hotmail.com), VIANA, D. G. (UFES, São Mateus/ES - d_gomesviana@hotmail.com), PIRES, F. R. (UFES, São Mateus/ES - pires.fr@gmail.com), BONOMO, R. (UFES, São Mateus/ES - robson.bonomo@gmail.com), CARGNELUTTI FILHO, A. (UFES, Santa Maria/RS - cargnelutti@pq.cnpq.br)

RESUMO: O longo efeito residual do herbicida sulfentrazone no solo aumenta o risco de intoxicação em culturas sucedâneas; sua presença no solo pode ser amenizada com o uso da fitorremediação. Objetivou-se avaliar a fitorremediação do herbicida sulfentrazone em campo, pelas espécies *Canavalia ensiformis* e *Crotalaria juncea*. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, em que o fator da parcela principal foram as espécies vegetais *C. ensiformis* e *C. juncea*, mais um tratamento controle (com capina manual) e o fator da subparcela as doses do herbicida sulfentrazone (0; 200; 400 e 800 g ha⁻¹), com quatro repetições. As espécies vegetais foram mantidas no campo contaminado com sulfentrazone por 75 dias. Neste mesmo período, foi mantido o tratamento controle (com capina manual). Após esse período, a área experimental foi novamente sulcada e fertilizada de acordo com a análise do solo, considerando as necessidades do *Pennisetum glaucum*. Aos 34 dias após a semeadura do *P. glaucum*, avaliou-se a massa fresca e seca da parte aérea. O cultivo prévio das espécies fitorremediadoras *C. ensiformis* e *C. juncea* promove a remediação de solo contaminado com sulfentrazone. *C. ensiformis* é a espécie mais eficiente na descontaminação do herbicida sulfentrazone a campo.

Palavras-chave: Adubos verdes, feijão-de-porco, crotalaria júncea, descontaminação

INTRODUÇÃO

A maioria dos herbicidas aplicados nas culturas para controle de plantas daninhas tem como destino final o solo. Uma vez no solo essas moléculas ficam sujeitas a processos físicos, químicos e biológicos que determinarão sua permanência. Se não forem absorvidos pelas plantas, podem ficar fortemente adsorvidos à matéria orgânica presente na fração coloidal do solo, ser carregados pela água das chuvas e/ou irrigação ou, ainda, sofrer lixiviação, chegando ao lençol freático (ROMAN et al., 2007).

O herbicida sulfentrazone apresenta elevada persistência no solo e alto potencial de lixiviação (PARÁIBA et al., 2003), principalmente por sua baixa afinidade pela matéria orgânica. Aplicado na cultura da soja, na dose de 0,6 kg ingrediente ativo (i.a.) ha⁻¹, foi detectado no solo 376 dias após; já na dose de 1,2 kg i.a. ha⁻¹, não foi possível determinar o final da persistência, pois, mesmo na última época amostrada (539 dias), a beterraba, espécie utilizada como bioindicadora, mostrou-se sensível ao herbicida (BLANCO & VELINI, 2005). Esses resultados comprovam a persistência do sulfentrazone no solo e os possíveis danos em culturas cultivadas após a aplicação desse herbicida.

Buscando oferecer alternativas para contornar e, ou, reduzir este problema, tem sido pesquisado com maior ênfase nos últimos anos o emprego da fitorremediação, que consiste de procedimentos que envolvem o emprego de plantas e sua microbiota associada que removem, imobilizam ou tornam os contaminantes inofensivos ou menos tóxicos no ecossistema (CUNNINGHAM et al., 1996).

Pesquisas de fitorremediação envolvendo o herbicida sulfentrazone começam a despertar interesse (BELO et al., 2011; MADALÃO et al., 2013) uma vez que esse herbicida apresenta longo período residual no solo podendo contaminar culturas sensíveis cultivadas em sucessão. Todavia, é necessário aprofundar e complementar os estudos em condições de campo. Diante do exposto objetivou-se avaliar a fitorremediação do herbicida sulfentrazone em campo, pelas espécies *C. ensiformis* e *C. juncea*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, em solo classificado como Argissolo Amarelo Distrocoeso abrupto, no período de dezembro de 2012 a julho de 2013.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, em que o fator da parcela principal foram as espécies vegetais *C. ensiformis* (feijão-de-porco) e *C. juncea* (crotalária júncea), mais um tratamento controle (com capina manual) e o fator da subparcela as doses do herbicida sulfentrazone (0; 200; 400 e 800 g ha⁻¹), com quatro repetições.

Antes da semeadura das espécies vegetais, foi realizado o preparo convencional do solo, constituindo-se de uma aração e duas gradagens. Posteriormente aplicou-se o herbicida sulfentrazone utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, acoplado de barra contendo seis pontas de pulverização TT 110.02, aplicando volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Dez dias após a aplicação, a área foi sulcada e adubada com 22,5 g por metro do fertilizante 4-14-8. Um dia após foi realizada a semeadura das espécies fitorremediadoras *C. ensiformis* e *C. juncea*. O espaçamento entre plantas foi de 0,45 m, sendo a população de plantas de *C. ensiformis* de 20 plantas m⁻² e *C. juncea* de 120 plantas

m². Durante o período de condução do experimento, manteve-se a umidade do solo nos níveis desejados, empregando o método do balanço hídrico diário.

As espécies fitorremediadoras foram mantidas por 75 dias após a semeadura no campo, onde as mesmas foram cortadas rente ao solo. Neste mesmo período, foi mantido o tratamento controle (com capina manual). Após uma semana, a área experimental foi novamente sulcada e adubada com 31,5 g por metro do fertilizante 4-14-8, sendo posteriormente realizada a semeadura do milheto (*P. glaucum* var. ADR 8010), espécie indicadora de resíduo de sulfentrazone no solo. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m, semeando-se manualmente 32 sementes por metro. Durante todo o experimento a área de todas as parcelas foi mantida livre de plantas daninhas, por meio de capinas manuais.

Aos 34 dias após a semeadura do milheto, com o auxílio de uma trena marcou-se 50 cm na área útil de cada subparcela e cortaram-se as plantas rente ao solo para avaliar a massa fresca e seca da parte aérea, sendo o material vegetal colocado em estufa de circulação forçada de ar (70 ± 2 °C) por 72 horas e pesado em balança analítica.

Após a coleta e tabulação dos dados, estes foram submetidos à análise de variância. A comparação de médias dos manejos do solo (duas espécies fitorremediadoras - *C. ensiformis* e *C. juncea* - e capina manual), independentemente da dose do herbicida sulfentrazone, foi realizada por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados da análise de variância, nas duas variáveis (massa fresca e massa seca) apenas o efeito de manejos do solo foi significativo. Não ocorreu interação entre manejos do solo x doses de sulfentrazone. Dessa forma, é apresentada apenas a comparação de médias do efeito principal de manejos do solo, independentemente das doses de sulfentrazone.

A massa fresca e seca de *P. glaucum*, aos 34 dias após a semeadura, foi influenciada pelos diferentes manejos do solo avaliados. Maior produção de massa fresca de *P. glaucum* ocorreu quando as plantas foram cultivadas em solo que recebeu o cultivo prévio de *C. juncea* e *C. ensiformis* (Tabela 1). Esses resultados comprovam a capacidade de *C. juncea* e *C. ensiformis* em remediar solos contaminados com o herbicida sulfentrazone, além disso, essas espécies são capazes de fixar nitrogênio o que também pode ter contribuído para o maior crescimento e desenvolvimento de *P. glaucum*. Em trabalho realizado Medina et al. (2013) verificou-se que para o nitrogênio contido na parte aérea, o feijão-de-porco foi significativamente superior ao milheto e à mucuna cinza, não diferindo da *C. juncea*.

Tabela 1. Massa fresca de *Pennisetum glaucum*, aos 34 dias após a semeadura, cultivado sob diferentes manejos do solo contaminado com o herbicida sulfentrazone

DOSE (g ha ⁻¹)	MANEJO			Média
	Com capina	<i>Crotalaria juncea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>	
0	121,99	165,24	217,00	168,08
200	112,43	140,64	201,19	151,42
400	104,34	236,10	208,86	183,10
800	134,17	188,43	232,34	184,98
Média	118,23 b	182,60 a	214,85 a	171,89
CV (%)	22,71			

Médias não seguidas de mesma letra, na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e representam a comparação de manejos do solo, independentemente da dose do herbicida sulfentrazone.

Já a produção de massa seca foi maior quando o *P. glaucum* foi cultivado em solo anteriormente cultivado com *C. ensiformis* (Tabela 2). Nesse resultado a espécie *C. ensiformis* se sobressai como remediadora de solo contaminado com sulfentrazone. Essa espécie vegetal além apresentar capacidade de remediar solos contaminados com outros herbicidas como, por exemplo, o tebuthiuron (PIRES et al., 2006), trifloxysulfuron-sodium (SANTOS et al., 2004; PROCÓPIO et al., 2005; BELO et al., 2007) pode ser utilizada como adubo verde (PIRES et al., 2006).

Tabela 2. Massa seca de *Pennisetum glaucum*, aos 34 dias após a semeadura, cultivado sob diferentes manejos do solo contaminado com o herbicida sulfentrazone

DOSE (g ha ⁻¹)	MANEJO			Média
	Com capina	<i>Crotalaria juncea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>	
0	12,11	16,69	23,21	17,34
200	11,50	15,24	21,06	15,93
400	10,54	22,20	21,46	18,06
800	13,04	18,59	23,89	18,51
Média	11,80 c	18,18 b	22,40 a	17,46
CV (%)	20,20			

Médias não seguidas de mesma letra, na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e representam a comparação de manejos do solo, independentemente da dose do herbicida sulfentrazone.

CONCLUSÕES

O cultivo prévio de *C. ensiformis* e *C. juncea* promove a remediação de solo contaminado com sulfentrazone.

C. ensiformis é a espécie mais eficiente na descontaminação do herbicida sulfentrazone a campo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro ao projeto e pela concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de Pós-Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELO, A. F. et al. Potencial de espécies vegetais na remediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 821-828, 2011.
- BELO, A. F. et al. Fitorremediação de solo adubado com composto orgânico e contaminado com trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 251-258, 2007.
- BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 693-700, 2005.
- CUNNINGHAM, S. D.; ANDERSON, T. A.; SCHWAB, A. P. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. **Advances in Agronomy**, v. 56, n. 1, p. 55-114, 1996.
- MADALÃO, J. C. et al. Susceptibilidade de espécies de plantas com potencial de fitorremediação do herbicida sulfentrazone. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 111-121, 2013.
- MEDINA, C. C. et al. Aporte de matéria seca por raízes e parte aérea de plantas de cobertura de verão. **Revista Semina**, v. 34, n. 2, p. 675-682, 2013.
- PARAÍBA, L. C. et al. Evaluation of soil temperature effect on the herbicide leaching potential into groundwater in the brazilian cerrado. **Chemosphere**, v. 53, n. 9, p. 1087-1095, 2003.
- PIRES, F. R. et al. Adubos verdes na fitorremediação de solos contaminados com o herbicida tebuthiuron. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 1, p. 92-97, 2006.
- PROCÓPIO, S. O. et al. Potencial de espécies vegetais para a remediação do herbicida trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 9-16, 2005.
- SANTOS, J. B. et al. Fitorremediação do herbicida trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 323-330, 2004.
- ROMAN, E. E. et al. Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2007. 160 p.