

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Utilização do Capim Pé-de-Galinha Gigante (*Eleusine coracana*) na Fitorremediação de Solo Contaminado com o Herbicida Picloram”

GISELA AZEVEDO TAUFNER⁽¹⁾, SERGIO DE OLIVEIRA PROCÓPIO⁽²⁾, MARCOS LIMA DO CARMO⁽³⁾, FÁBIO RIBEIRO PIRES⁽⁴⁾, ALBERTO CARGNELUTTI FILHO⁽⁵⁾, JOSÉ BARBOSA DOS SANTOS⁽⁶⁾ & GUILHERME BRAGA PEREIRA BRAZ⁽⁷⁾

RESUMO - objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da densidade populacional de capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine coracana*) sobre a fitorremediação de solo contaminado com o herbicida picloram. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e como substrato para o crescimento das plantas, utilizou-se solo classificado como Latossolo Vermelho eutroférico. Após a contaminação dos vasos com o herbicida picloram, efetuou-se a semeadura da espécie vegetal remediadora, sendo cultivadas por 100 dias. Terminada esta etapa, efetuou-se a semeadura de tomate (cultivar Santa Clara) como espécie bioindicadora da presença do picloram nos mesmos vasos. A espécie *E. coracana* mostrou ter capacidade de remediação de solos contaminados com o herbicida picloram. A partir de 172 plantas m⁻², aumentos na densidade populacional da espécie fitorremediadora *E. coracana* não proporcionaram redução de *carryover* do herbicida picloram sobre a cultura do tomate semeada em sucessão, ao contrário causaram diminuição do crescimento e do acúmulo de fitomassa das plantas de tomate, possivelmente por incrementar os efeitos alelopáticos.

Palavras-Chave: (residual de herbicidas; despoluição do solo; tomate; biorremediação)

Introdução

A técnica de descontaminação de áreas com resíduos de herbicidas, por meio do cultivo de espécies vegetais tolerantes – fitorremediação, tem sido testada e validada pela pesquisa no Brasil, inclusive em trabalhos de campo, envolvendo o trifloxysulfuron-sodium e a leguminosa *Stizolobium aterrimum* (Procópio et al. [1]; Procópio et al. [2]). Considerando os atuais produtos comercializados para o controle de plantas daninhas, com lenta degradação no solo, recebe

destaque o picloram. Esse herbicida apresenta meia vida no solo superior a 300 dias, dependendo das condições ambientais, e persistência de até três anos (Deubert e Corte-Real [3]). A participação dessa molécula na maioria dos produtos registrados, aliada à baixa tecnologia de aplicação de herbicidas em pastagens, tornam o picloram, molécula ambientalmente perigosa, principalmente em locais com lençol freático superficial ou em áreas onde o agricultor deseja implantar a integração lavoura/pecuária. Em trabalhos preliminares, a espécie vegetal *Eleusine coracana* (L.) Gaertn (capim-pé-de-galinha-gigante), apresentou considerável tolerância e potencialidades para descontaminação de solos com resíduo de picloram (Carmo [4]). Assim, faz-se necessário o estudo do melhor arranjo de plantas no campo para otimização do processo de descontaminação. Essa etapa sucede aquelas para testes de seletividade onde o maior objetivo é selecionar espécies capazes de tolerar a molécula contaminante. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da densidade populacional de capim-pé-de-galinha-gigante (*E. coracana*) sobre a fitorremediação de solo contaminado com o herbicida picloram.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Fesurv – Universidade de Rio Verde, localizada no município de Rio Verde-GO, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 17°47'24" S e longitude de 50°56'31" W, e altitude de 698 metros. O período de condução do experimento foi de setembro de 2006 a fevereiro de 2007.

Os tratamentos foram compostos pela combinação entre quatro densidades populacionais da espécie vegetal *Eleusine coracana* - capim-pé-de-galinha-gigante (0, 7, 14 e 21 plantas por vaso com área média de 0,0408 m² e

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Graduanda do Curso de Agronomia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo. Rodovia RB 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, São Mateus, ES. CEP: 29932-540. E-mail: giselataufner@hotmail.com.

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE. CEP: 49.025-040.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Adjunto da Faculdade de Zootecnia da FESURV-Universidade de Rio Verde. Cx. Postal 104, Rio Verde, GO. CEP 75901-970.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Professor Adjunto do Departamento de Ciências da Saúde, Bilógicas e Agrárias, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo. Rodovia RB 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, São Mateus, ES. CEP: 29932-540.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Avenida Roraima s/n, Campus Camobi - Santa Maria, RS. CEP: 97105-900.

⁽⁶⁾ Sexto Autor é Professor Adjunto do Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus II - Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina, MG. CEP: 39100-000.

⁽⁷⁾ Sétimo Autor é Graduando do Curso de Agronomia FESURV-Universidade de Rio Verde. Postal 104, Rio Verde, GO. CEP 75901-970.

Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

capacidade para 8 dm³, equivalente a 0, 172, 344 e 516 plantas m⁻², respectivamente) e de três doses do picloram (0, 80 e 160 g ha⁻¹), totalizando 12 tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. Como substrato para o crescimento das plantas, utilizou-se amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico. Após o preenchimento e umedecimento dos vasos, procedeu-se a aplicação do herbicida picloram. Após 48 horas da aplicação do herbicida foi realizada a semeadura da espécie vegetal fitorremediadora. Todos os vasos foram irrigados duas vezes ao dia, para a manutenção da umidade do solo.

Cem dias após a emergência, as plantas foram dessecadas com glyphosate (1.800 g ha⁻¹ de equivalente ácido), e cortadas na altura do coleto sendo a parte aérea descartada.

Os vasos foram novamente adubados com base nas necessidades da cultura do tomate a fim de se uniformizar a disponibilidade de nutrientes em cada unidade experimental. Em seguida, foi efetuada a semeadura da espécie bioindicadora da presença do picloram, tomate (cultivar Santa Clara), distribuindo-se 10 sementes por vaso de cada espécie e após a emergência das plantas procedeu-se um desbaste deixando-se três plantas por vaso.

Decorrido o tempo estabelecido de atuação da espécie vegetal (100 dias após a emergência), estas foram dessecadas com glyphosate (1.800 g ha⁻¹ de equivalente ácido).

Aos 15 e 40 dias após a emergência (DAE) das plantas bioindicadoras avaliou-se a fitotoxicidade de forma visual, utilizando-se escala percentual, onde 0 (zero) significa ausência de sintomas, e 100% morte de todas as plantas; e a altura de plantas, utilizando-se escala graduada, tendo como referência o meristema apical. Aos 40 DAE as plantas bioindicadoras foram cortadas rente ao solo, sendo o material vegetal imediatamente colocado em estufa de circulação forçada de ar (70 ± 2 °C) por 72 horas, e pesados em balança analítica, determinando-se assim a massa seca da parte aérea.

Após a coleta e tabulação dos dados, estes foram submetidos à análise de variância. A análise dos efeitos significativos da densidade populacional da espécie fitorremediadora 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, e os efeitos significativos das doses do picloram em cada densidade populacional por meio do teste de Tukey a 5% de significância, devido ao número insuficiente de níveis para a confecção das equações de regressão.

Resultados

O tomate mostrou ser uma espécie extremamente sensível a presença do herbicida picloram no solo. Os níveis de intoxicação observados nas plantas de tomate cultivadas em solo contaminado previamente com esse composto recalcitrante atingiram patamares superiores a 94% aos 40 dias após a emergência (DAE), quando a dose aplicada foi de 160 g ha⁻¹ e não foi efetuado previamente nenhum procedimento remediador (Tabela 1).

Densidades populacionais de *E. coracana* próximas a 172 plantas m⁻² mostraram melhor desempenho na remediação do herbicida picloram e ao mesmo tempo em inibir com menor intensidade o crescimento das plantas de tomate pela menor ação alelopática decorrente da menor população estabelecida (Figura 1). Efeitos alelopáticos se devem provavelmente estar ligados a liberação de aleloquímicos no solo pelas plantas de *E. coracana*, que acarretam prejuízos ao crescimento do tomate, pois todos os nutrientes foram repostos igualmente entre os tratamentos antes da semeadura do tomate.

O cultivo prévio de *E. coracana* acarretou em diminuição no acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de tomate nos tratamentos sem a presença do picloram (Tabela 2).

A atividade residual do herbicida reduziu drasticamente a massa seca da parte aérea das plantas de tomate. No tratamento sem cultivo e sem herbicida a massa média da parte aérea das plantas foi de 25,98 g, sendo reduzida a 2,28 g quando o solo havia recebido 160 g ha⁻¹ do picloram, o que representa quase a perda total da capacidade das plantas de tomate em acumular fitomassa (Tabela 4).

Esse efeito altamente deletério foi contornado pela remediação das plantas de *E. coracana*, que proporcionaram o mesmo padrão de acúmulo de massa na parte aérea das plantas de tomate em relação às respectivas testemunhas de cada densidade populacional da forrageira (Tabela 4). No somatório dos efeitos de fitorremediação do herbicida (benéfico) e de alelopátia (prejudicial) ocasionados pelo cultivo prévio de *E. coracana*, constatou-se que densidades próximas a 172 plantas m⁻² proporcionam o melhor acúmulo de fitomassa pelas plantas de tomate (Figura 3).

Discussão

Os resultados de intoxicação das plantas de tomate sem a efetuação de nenhum procedimento remediador refletem a gravidade da problemática envolvendo o *carryover* de herbicidas na agricultura, principalmente em localidades em que se cultivam mais de uma cultura por ano e se utilizam herbicidas de atividade de solo.

A densidade adequada dependerá primordialmente da espécie utilizada, porém, de acordo com Schnoor e Dee [5], que trabalharam com espécies arbóreas como agentes fitorremediadores, alta densidade populacional no início de seu estabelecimento assegura taxa significativa de evapotranspiração, o que normalmente é desejável, até

certo ponto, a partir do qual a competição intraespecífica pode prejudicar o desenvolvimento das plantas.

Santos et al. [6] verificaram que a densidade populacional mínima da espécie fitorremediadora *Canavalia ensiformis*, que possibilitou o melhor desenvolvimento e a máxima produtividade do feijoeiro cultivado em solo contaminado com o herbicida trifloxysulfuron sodium, foi de 20 plantas m⁻². Segundo Procópio et al. [1], plantas de mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) foram eficientes na remediação do herbicida trifloxysulfuron sodium, constatando que a densidade populacional mínima desse adubo verde deve ser de 25 plantas por metro quadrado.

Mesmo com a constatação do efeito alelopático, o cultivo prévio de *E. coracana* se mostrou eficiente em neutralizar a ação do picloram sobre as plantas de tomate.

Como ponto favorável a utilização de *E. coracana* em programas de fitorremediação destaca-se, também, a facilidade no controle posterior dessa espécie, pois se trata de uma gramínea anual e com alta sensibilidade ao herbicida glyphosate.

Conclusões

A espécie *E. coracana* mostrou ter capacidade de remediação de solos contaminados com o herbicida picloram.

A partir de 172 plantas m⁻², aumentos na densidade populacional da espécie fitorremediadora *E. coracana* não proporcionaram redução de *carryover* do herbicida picloram sobre a cultura do tomate semeada em sucessão, ao contrário, causaram diminuição do crescimento e do acúmulo de fitomassa das plantas de tomate, possivelmente por incrementar os efeitos alelopáticos.

Das densidades populacionais avaliadas, 172 plantas m⁻² mostrou ser a mais viável economicamente pelo menor desembolso na aquisição das sementes.

Referências

- [1] PROCÓPIO, S.O.; SANTOS, J.B.; PIRES, F.R.; SILVA, A.A.; SANTOS, E.A. & FERREIRA, L.R. 2005. Fitorremediação de solo contaminado com trifloxysulfuron sodium por mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*). *Planta Daninha*, 23: 719-724.
- [2] PROCÓPIO, S.O.; SANTOS, J.B.; PIRES, F.R.; SILVA, A.A.; SANTOS, E.A. & CARGNELUTTI FILHO, A. 2007. Development of bean plants in soil contaminated with trifloxysulfuron-sodium after *Stizolobium aterrimum* and *Canavalia ensiformis* cultivation. *Planta Daninha*, 25: 87-96.
- [3] DEUBERT, K.H. & CORTE-REAL, I. 1986. Soil residues of picloram and triclopyr after selective foliar application on utility rights-of-way. *Journal of Arboriculture*, 12: 269-272.
- [4] CARMO, M.L. 2007. *Subsídios para o desenvolvimento de programas de fitorremediação de solos contaminados com o herbicida picloram*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade de Rio Verde, Rio Verde/GO.
- [5] SCHNOOR, J.L. & DEE, P.E. *Technology evaluation report: phytoremediation*. Pittsburgh: Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center, 1997. 37 p. (E Series: GWRTAC TE-98-01).
- [6] SANTOS, J.B.; PROCÓPIO, S.O.; PIRES, F.R.; SILVA, A.A. & SANTOS, E.A. 2006. Fitorremediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium por diferentes densidades populacionais de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L). dc.). *Ciência e Agrotecnologia*, 30: 444-449.

Tabela 1. Fitotoxicidade em plantas de tomate sementeas após o cultivo prévio de *Eleusine coracana* - capim-pé-de-galinha-gigante, em diferentes densidades populacionais, em solo contaminado com diferentes níveis do herbicida picloram. Rio Verde, GO. 2006/2007

Doses de Picloram (g ha ⁻¹)	Plantas de <i>Eleusine coracana</i> - capim pé-de-galinha-gigante m ⁻²			
	0	172	344	516
	Fitotoxicidade (%) em plantas de tomate (15 DAE)			
0	0,00 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
80	82,75 a	5,50 a	2,25 a	5,75 a
160	93,00 a	3,25 a	6,75 a	7,50 a
	Fitotoxicidade (%) em plantas de tomate aos (40 DAE)			
0	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
80	86,25 a	54,25 a	46,00 a	51,75 a
160	94,75 a	54,75 a	56,25 a	56,25 a

Médias não seguidas de mesma letra na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *DAE = dias após a emergência.

Tabela 2. Massa seca de plantas de tomate sementeas após o cultivo prévio *Eleusine coracana* - capim-pé-de-galinha-gigante, em diferentes densidades populacionais, em solo contaminado com diferentes níveis do herbicida picloram. Rio Verde, GO. 2006/2007

Doses de picloram (g ha ⁻¹)	Plantas de <i>Eleusine coracana</i> - capim-pé-de-galinha-gigante m ⁻²			
	0	172	344	516
	Massa seca da parte aérea de plantas de tomate (g) aos 40 DAE*			
0	25,98 a	16,45 a	15,13 a	10,20 a
80	10,18 b	13,33 a	13,83 a	10,25 a
160	2,28 c	15,53 a	14,35 a	9,45 a

Médias não seguidas de mesma letra na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *DAE = dias após a emergência.

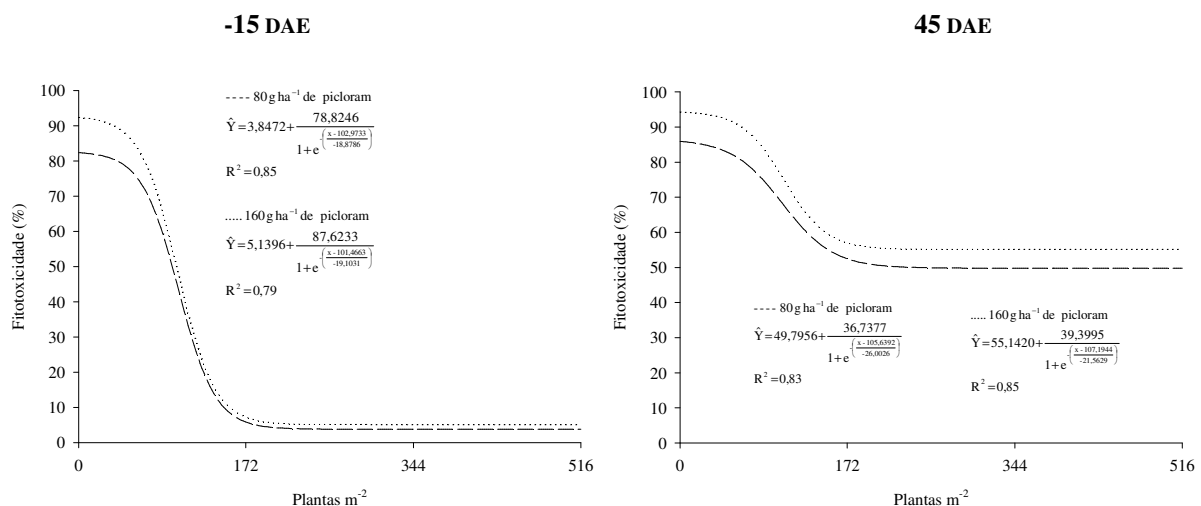


Figura 1. Fitotoxicidade em plantas de tomate aos 15 e 40 dias após a emergência, sementeas após o cultivo prévio de *Eleusine coracana* - capim-pé-de-galinha-gigante, em diferentes densidades populacionais, em solo contaminado com diferentes níveis do herbicida picloram. Rio Verde, GO. 2006/2007.

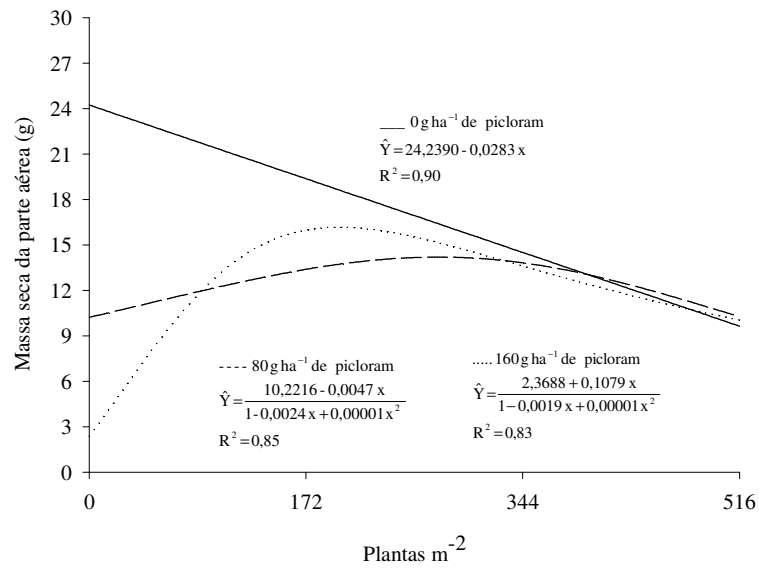


Figura 2. Massa seca de plantas de tomate aos 40 dias após a emergência, semeadas após o cultivo prévio de *Eleusine coracana* - capim-pé-de-galinha-gigante, em diferentes densidades populacionais, em solo contaminado com diferentes níveis do herbicida picloram. Rio Verde, GO. 2006/2007.