

ESTUDO DA LIXIVIAÇÃO DO HERBICIDA TEBUTHIURON COM PLANTA BIOINDICADORA

MARTINS, D. (FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP – dmartins@fcav.unesp.br, SILVA JR., A.C. (FCA/UNESP, Botucatu/SP - acsjr_agro@hotmail.com)

RESUMO: Avaliou-se o potencial de lixiviação do herbicida tebuthiuron com precipitações pluviométricas naturais, em dois solos com texturas contrastantes, argiloso (Latossolo Vermelho-Amarelo) e médio arenoso (Neossolos Litólicos), em condições de campo através de planta bioindicadora (pepino). As amostras foram coletadas em colunas de PVC com 30 cm de altura e 15 cm de diâmetro, introduzidas nos dois diferentes solos. Manteve-se a integridade original do solo durante a coleta das amostras que ocorreu após a aplicação dos herbicidas nas doses recomendadas para cada solo e posterior acúmulo das precipitações em um intervalo estipulado ao ambiente (30-40, 60-80 e 100-120 mm de chuva). As colunas foram separadas com corte longitudinal para a semeadura das sementes de pepino, de maneira que pudessem emergir 25 plantas nas colunas. A mobilidade do herbicida tebuthiuron mostrou-se reduzida em ambos os tipos de solo estudado, independente da precipitação, e as plantas de pepino mostraram-se adequadas para serem utilizadas neste tipo de estudo.

Palavras-chave: Dinâmica, cana-de-açúcar, textura de solo, planta daninha.

INTRODUÇÃO

A previsão sobre o destino e o comportamento de pesticidas como tebuthiuron no solo depende de constantes confiáveis de equilíbrio de sorção, do coeficiente de sorção à matéria orgânica e do tipo e teor de argila (DORNELAS SOUZA et al., 2001). Pires et al. (2008) constataram que a maior parte do herbicida tebuthiuron pulverizado encontrava-se na solução do solo e que foi decorrente do teor de matéria orgânica, bem como da baixa CTC e, apesar do solo estudado ser de textura argilosa, o tebuthiuron apresentou baixa capacidade de sorção.

O tebuthiuron está entre os herbicidas de alta solubilidade em água, baixos K_{oc} que são recomendados para aplicação na cultura da cana-de-açúcar em épocas secas. Pelo fato, que o tebuthiuron tem demonstrado bons resultados no controle das plantas daninhas em cana-de-açúcar (INOUE et al., 2007a), mesmo na presença de palha (NEGRISOLI et al., 2007), o seu uso intensivo em grandes áreas pode contribuir com problemas ambientais, pois pesquisas como as de Gomes et al. (2006) tem comprovado a lixiviação do herbicida

tebuthiuron em diferentes solos, sendo que em Neossolo Quartzarênico onde foi encontrado alguns atributos, como: baixo teor de carbono, maior condutividade hidráulica e menor teor de argila, a movimentação do tebuthiuron no solo foi em média 6,7 vezes maior que em um Latossolo Vermelho. Assim, este estudo teve o objetivo de avaliar o potencial de lixiviação do herbicida tebuthiuron sob diferentes precipitações pluviométricas naturais, em solos com texturas contrastantes, através de planta bioindicadora (pepino).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos na FCA / UNESP, Campus de Botucatu/SP: um em solo médio arenoso e outro em solo argiloso, classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolos Litólicos, respectivamente.

A fase de condições de campo iniciou-se com a introdução no solo de colunas de PVC com 30 cm de altura e 15 cm de diâmetro até o nível da superfície dos mesmos. Após a aplicação do herbicida fez-se o monitoramento da precipitação diária durante a condução do experimento e constatou-se um precipitação acumulada de 31 mm na área experimental de solo argiloso e um acúmulo de 36 mm na área experimental de solo com textura média já aos 4 dias após a aplicação (DAA); a precipitação acumulada de 62 mm no solo argiloso e 66 mm no solo médio arenoso foi alcançada aos 11 DAA e por último a precipitação acumulada de 114 mm no solo argiloso e 116 mm no solo médio arenoso foi finalizada aos 16 DAA, sendo todas dentro dos intervalos pré-estabelecidos: 30-40, 60-80 e 100-120 mm.

As colunas foram separadas em duas metades com um corte longitudinal através de um fio de metal e colocou-se uma chapa galvanizada para realizar a separação das duas partes e realizou-se imediatamente a semeadura da espécie bioindicadora (pepino), de maneira que pudessem emergir 25 plantas por espécie nas colunas.

A dose do tebuthiuron utilizada foi conforme a recomendação técnica para cada tipo de solo: (i) para o solo argiloso utilizou-se $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ do p.c. ($750 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e (ii) para o solo médio arenoso usou $1,2 \text{ L ha}^{-1}$ do p.c. ($600 \text{ g i.a. ha}^{-1}$). O herbicida foi aplicado no topo das colunas (na superfície do solo) mantendo 50 cm entre a borda superior da coluna e a barra de aplicação com deslocamento a uma velocidade de 1 m s^{-1} . Utilizou-se um pulverizador costal pressurizado por CO_2 , munido de pontas de jato plano Teejet XR 11002VS, a uma pressão de trabalho de 2 kgf cm^{-2} , o que proporcionou um volume de calda 200 L ha^{-1} .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados com quatro repetições, com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 3×8 , no qual os fatores referem-se aos 3 índices de precipitação ocorrido no ambiente antes da coleta das amostra (31, 62 e 114 mm para solo argiloso e 36, 65 e 116 mm para solo médio arenoso) e 8

profundidades avaliadas no perfil do solo (0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-20, 20-25, 25-30 cm). As avaliações de fitotoxicidade na planta bioindicadora (pepino) foram realizadas aos 5 e 12 dias após a semeadura (DAS) através de notas em porcentagem.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo Teste “F” e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos na avaliação visual de fitotoxicidade nas plantas de pepino (Tabela 1), pode-se observar o potencial de lixiviação de herbicida tebuthiuron, sob três diferentes acúmulos de precipitações. A evolução da fitotoxicidade nas plantas bioindicadoras analisadas nas avaliações de 5 e 12 DAS, demonstraram que o residual do herbicida tebuthiuron pode atingir profundidades de até 12 cm no perfil do solo argiloso, independente da precipitação acumulada avaliada. Pode-se notar que mesmo pequenas precipitações logo após a pulverização do herbicida, como 31 mm, o herbicida atingiu a camada 6-9 cm de profundidade já na primeira avaliação (5 DAS), mas um acúmulo de precipitação de 62 e 114 mm alcançou a camada de 9-12 cm de profundidade aos 12 DAS.

Tabela 1. Porcentagem de fitotoxicidade em plantas de pepino (*Cucumis sativus*) após aplicação do herbicida tebuthiuron em solo de textura argilosa, sob diferentes níveis de precipitação. Botucatu/SP.

Perfil solo (cm)	Precipitação Acumulada					
	5 DAS			12 DAS		
	31 mm	62 mm	114 mm	31 mm	62 mm	114 mm
0-3	A 7,5 (0,27) a	A 7,0 (0,27) c	A 3,7 (0,17) b	A 99,5 (1,53) a	A 97,5 (1,49) a	A 98,0 (1,51) a
3-6	B 2,5 (0,11) a	B 2,3 (0,15) b	B 1,2 (0,05) ab	A 100,0 (1,57) a	A 95,2 (1,39) b	AB 86,2 (1,25) ab
6-9	B 2,5 (0,11) a	B 2,1 (0,15) b	B 1,0 (0,10) b	B 65,5 (0,95) a	B 69,0 (1,01) a	B 78,2 (1,11) a
9-12	C 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	B 0,0 (0,00) a	C 29,0 (0,50) a	C 21,2 (0,35) a	C 25,0 (0,45) a
12-15	C 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	B 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a
15-20	C 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	B 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a
20-25	C 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	B 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a
25-30	C 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	B 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a	C 0,0 (0,00) a	D 0,0 (0,00) a
F Precipitação (C)	11,908**			0,474 ^{ns}		
F Profundidade (P)	12,469**			203,057**		
F (C) X (P)	4,053**			0,754**		
C.V. (%)	169,1			29,5		
d.m.s. (C)	0,08			0,27		
d.m.s. (P)	0,11			0,35		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$); Os dados foram transformados “ $y = \arcsen(x / 100)$ ”.

Resultados como ora encontrados demonstram a necessidade de compreender-se a dinâmica de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar mesmo

que estes apresentem pouca mobilidade em solos argilosos. Estes resultados corroboram os verificados por Souza et al. (2008) em que, constataram que mais de 70% do herbicida tebuthiuron aplicado ficava retido a menos de 30 cm de profundidade.

No estudo com solo de textura médio arenosa observa-se que, quando da utilização das plantas de pepino como planta indicadora do herbicida tebuthiuron, aos 5 DAS e, sob uma chuva acumulada de 36 mm, o herbicida ficou posicionado na superfície do solo (0-3 cm), já com 65 e 116 mm este deslocou-se até 6-9 cm de profundidade (Tabela 2).

Já, aos 12 DAS, confirmou-se o potencial de lixiviação do herbicida tebuthiuron em solo de textura média arenosa, com o produto posicionando-se na camada de 6-9 cm após uma precipitação acumulada de 36 mm e sob uma precipitação acumulada de 65 mm em 9-12 cm e sob 116 mm o herbicida atingiu a camada de 12-15 cm de profundidade (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de fitotoxicidade de plantas pepino (*Cucumis sativus*) após aplicação do herbicida tebuthiuron em solo de textura médio arenosa, sob diferentes níveis de precipitação. Botucatu/SP.

Perfil Solo (cm)	Precipitação Acumulada											
	5 DAS						12 DAS					
	36 mm		65 mm		116 mm		36 mm	65 mm	116 mm			
0-3	A	5,0 (0,16) a	A	3,7 (0,17) a	A	4,7 (0,22) b	A	99,0 (1,50) a	A	99,7 (1,54) a	A	96,2 (1,43) a
3-6	B	0,0 (0,00) a	AB	1,2 (0,05) a	B	1,5 (0,12) a	B	84,2 (1,18) a	AB	90,5 (1,27) a	B	65,2 (0,95) b
6-9	B	0,0 (0,00) a	A	3,7 (0,17) b	A	4,0 (0,20) b	C	39,0 (0,67) b	B	82,5 (1,15) a	B	52,5 (0,81) b
9-12	B	0,0 (0,00) a	B	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	D	0,0 (0,00) c	C	16,2 (0,29) b	B	41,2 (0,69) a
12-15	B	0,0 (0,00) a	B	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	D	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	C	11,2 (0,18) a
15-20	B	0,0 (0,00) a	B	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	D	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a
20-25	B	0,0 (0,00) a	B	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	D	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a
25-30	B	0,0 (0,00) a	B	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	D	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a	C	0,0 (0,00) a
F Precipitação (C)				6,677**						6,403**		
F Profundidade (P)				6,446**						241,174**		
F (C) X (P)				2,813**						6,353**		
C.V. (%)				236,6						27,3		
d.m.s. (C)				0,09						0,22		
d.m.s. (P)				0,12						0,29		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); Os dados foram transformados "y = arco seno (raiz (x / 100))".

Estes resultados mostraram que a movimentação do tebuthiuron no perfil do solo dependeu da quantidade de precipitação acumulada no perfil do solo médio arenoso. Matallo et al. (2004) estudaram o risco de contaminação das águas subterrâneas com o herbicida tebuthiuron através de estudos com lisímetro, concluíram que há existência de risco de lixiviação, principalmente quando o herbicida é aplicado em solos arenosos e devido a fatores de dispersão e/ou convecção atribuído ao solos de colunas.

Para maioria dos agroquímicos em um solo como Neossolo Quartzarênico o tempo de percurso no perfil do solo é causado devido ao menor valor de capacidade de campo, resultando em um maior potencial de lixiviação, o que permitiu estimar que cerca dos 54% do tebuthiuron aplicado na superfície do solo pode atravessar os primeiros 120 cm de um Neossolo Quartzarênico (SPADOTTO et al., 2002). Nas condições do estudo ora avaliado o herbicida tebuthiuron também apresentou grande potencial de lixiviação no solo Latossolo Vermelho-Amarelo.

CONCLUSÃO

O herbicida tebuthiuron caracterizou-se por ter sua mobilidade restrita até a profundidade de no máximo 12 cm no perfil do solo de textura argilosa e até 15 cm no solo médio arenoso, independente da precipitação acumulada avaliada, e as plantas de pepino mostraram-se adequadas para serem utilizadas neste tipo de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DORNELAS SOUZA, M. et al.. Adsorção e lixiviação de tebuthiuron em três tipos de solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.25, n.4, p.1053-1061, 2001.
- GOMES, M.A.F. et al. Monitoramento do herbicida tebutiuron em dois solos representativos das áreas de recarga do aquífero Guarani. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.2, p.479-483, 2006.
- INOUE, M.H. et al. Performance de associações de herbicidas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.6, n.2, p.32-41, 2007.
- MATALLO, M.B. et al. Sorption, degradation and leaching of tebuthiuron and diuron in soil columns. **Journal of Environmental Science and Health, Part B: – Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes**, v.40, n.1, p.1-6, 2004.
- NEGRISOLI, E. et al. Associação do herbicida tebuthiuron com a cobertura de palha no controle de plantas daninhas no sistema de cana-crua. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.621-628, 2007.
- PIRES, F.R. et al. Fitorremediação de solos contaminados com tebuthiuron utilizando-se espécies cultivadas para adubação verde. **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.711-717, 2005.
- SOUZA, E.L.C. et al. Comportamento do tebuthiuron em solo de cultivo de cana-de-açúcar utilizando lisímetro de drenagem modificado. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.157-163, 2008.
- SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A.F.; HORNSBY, A.G. Pesticide leaching potential assessment in multilayered soils. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.12, p.1-12, 2002.