

## Lixiviação de Tiametoxam em solos em função da aplicação de água residuária de suinocultura<sup>(1)</sup>

**Alisson Lucrécio da Costa<sup>(2)</sup>; José Maria de Lima<sup>(3)</sup>; Manoel Resende Neto<sup>(4)</sup>; Vitória de Souza de Oliveira<sup>(5)</sup>; Renê Luís de Oliveira Rigitano<sup>(6)</sup>; Carlos Alberto Silva<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES, CNPq e FAPEMIG. <sup>(2)</sup> Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; alissonluc@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; jmlima@dcs.ufla.br; <sup>(4)</sup> Graduando em Zootecnia; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; manael\_rn@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Professora do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano; Eunápolis, BA; vitoriadesoliveira@hotmail.com <sup>(6)</sup> Professor do Departamento de Entomologia; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; rigitano@den.ufla.br; <sup>(7)</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; csilva@dcs.ufla.br

**RESUMO:** O uso conjunto de água residuária de suinocultura (ARS) e pesticidas, em razão da matéria orgânica dissolvida no dejetos, pode aumentar a lixiviação de moléculas de pesticidas no perfil do solo. Diante disso, o objetivo foi avaliar o efeito das aplicações de ARS, água deionizada (AD) e solução iônica (SI) na lixiviação do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd). O experimento foi montado em colunas com amostras desses solos, empregando-se tubos de PVC com 10 cm de diâmetro interno e 100 cm de comprimento. Aplicaram-se, semanalmente durante 10 semanas, 0,86 mg de tiametoxam e 1 L de ARS, AD ou SI na superfície das colunas. O lixiviado foi coletado, determinando-se a concentração de tiametoxam por cromatografia líquida. A lixiviação de tiametoxam obedeceu a seguinte ordem decrescente: LVAd>PVAd>LVdf. A lixiviação de tiametoxam aumentou com a aplicação de ARS nos solos LVAd e PVAd.

**Termos de indexação:** resíduo orgânico, matéria orgânica dissolvida, pesticida.

### INTRODUÇÃO

O uso de dejetos de suínos nas lavouras é prática comum em vários países, por se tratar de resíduo que contém nutrientes diversos que podem ser ciclados pelas culturas (BASSO, 2005; CERETTA et al., 2005; MAJUMDAR; SINGH, 2007). Os resíduos orgânicos alteram as propriedades físicas e químicas do solo, como tipo e teor de matéria orgânica, melhorando a agregação, a capacidade de retenção de água e a capacidade de troca de cátions (CTC), além de se constituírem em fontes de nutrientes para as plantas (CELLS; BARRIUSO; HOUOT, 1998). No entanto, a utilização excessiva de água residuária de suinocultura pode causar problemas ambientais, por contaminar o solo, as águas subterrâneas e os rios com nitrato e elementos-traço, por meio da

lixiviação e escoamento superficial (BASSO, 2005; CERETTA et al., 2005; MAJUMDAR; SINGH, 2007). Além disso, os dejetos podem influenciar o comportamento de outros compostos potencialmente poluentes, como os pesticidas (CELLS; BARRIUSO; HOUOT, 1998). Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da água residuária de suinocultura (ARS), água deionizada (AD) e solução iônica (SI) na lixiviação do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd).

### MATERIAL E MÉTODOS

As amostras dos solos foram coletadas nas camadas de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), um Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd), da região de Lavras, MG.

Após a coleta, as amostras dos solos foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm de malha, para caracterização física, química e para o ensaio de sorção. A caracterização física e química das amostras dos solos foi realizada de acordo com metodologia descrita por Silva (1999). Os resultados são apresentados na Tabela 1.

A água residuária de suinocultura (ARS) é proveniente das instalações do setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da UFLA. A ARS empregada neste estudo passou por filtragem em caixa de areia e peneira estática, em seguida, por um tratamento primário composto de um tanque de acidificação e equalização. Completa o processo anterior o tratamento secundário em um reator anaeróbico, compartimentado, seguido de reator UASB e decantador final. A ARS foi filtrada em peneiras com malha de 37 µm e armazenada em câmara fria durante a realização do experimento.

Para fins de comparação, uma solução iônica (SI) foi preparada a partir de 0,14 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,01 g de  $\text{KNO}_3$ , 0,15 g de  $\text{KCl}$ , 0,01 g de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0,04 g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 0,23 g de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 0,18 g

de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , 0,79 g de  $\text{NH}_4\text{OH}$  e 0,05 g de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , sendo os cálculos baseados nas concentrações de íons presentes na ARS. O pH da SI foi corrigido para próximo de 7,8, com a adição de HCl. O pH, a condutividade elétrica (CE) e os resultados analíticos de carbono de uma amostra da água deionizada (AD) empregada nos experimentos, da ARS e da SI, encontram-se na Tabela 2.

As colunas empregadas no experimento de lixiviação foram confeccionadas a partir de tubos de PVC com 10 cm de diâmetro interno e 100 cm de comprimento. O tubo foi seccionado aos 10, 20, 40, 60 e 80 cm e unidos com fita adesiva, para permitir a separação em camadas. Na base de cada coluna, foi colocada uma tampa de PVC com um orifício na parte central, com 2 cm de diâmetro, a fim de se permitir a saída da solução lixiviada. O fundo de cada coluna recebeu uma tela de polietileno e outra de tecido organza, sobre a qual foi colocada uma camada de 2 cm de areia lavada, para facilitar a drenagem. Esta areia foi lavada com HCl e água, e proporção de grânulos de areia foi de 80% de material com diâmetro de partículas entre 1-2 mm mais 20% de areia com diâmetro de partículas menor que 0.5 mm.

As colunas foram preenchidas, a partir da base, com amostras do solo das camadas de 80-100, 60-80, 40-60, 20-40 e 0-20 cm, mantendo-se, portanto, a sequência das camadas do perfil original dos solos. As amostras de solos da camada 0-20 receberam calcário dolomítico, para elevar a saturação por bases do solo a 70%, correspondendo a 3,9; 5,57 e 0,79 g de calcário para o LVAd, LVdf e PVAd, respectivamente. Para montagem das colunas, a cada 2 cm acrescentado, o material foi levemente compactado. Depois de preparadas, as colunas foram colocadas em um suporte de madeira, estando cada uma sobre um funil de polietileno empregado para facilitar a coleta do lixiviado. Adicionou-se, inicialmente, 4 L de água deionizada em cada uma das colunas, para umedecimento do solo. Quinze dias depois da aplicação inicial de água, adicionou-se 1 L de água deionizada, para padronização da umidade em cada solo, e aplicou-se 0,86 mg do pesticida tiametoxam, em cada coluna, que foi diluído em 0,5 mL de água deionizada. Depois de aplicado o produto, foi adicionado semanalmente 1 L de AD, ARS e SI, por 10 semanas. Como medida preventiva para se evitar o fluxo preferencial de água pela parede das colunas, foi feita a aplicação da água e das soluções por meio de gotejamento na porção central da superfície do solo. O lixiviado foi coletado semanalmente, 2 dias após cada aplicação, e

medido o seu volume; o material foi armazenado em vidro âmbar de 0,25 L, em câmara fria, para posterior análise da concentração de tiametoxam.

As parcelas foram montadas em delineamento casualizado, com três repetições, com nove tratamentos em esquema fatorial (3 x 3), totalizando 27 parcelas experimentais. Os tratamentos constituíram-se de aplicações de AD, ARS e SI em 3 solos.

As concentrações de tiametoxam foram medidas utilizando HPLC, marca/modelo HP série 1100, operando com detector ultravioleta e comprimento de onda de 255 nm. A coluna utilizada foi uma Ascentis C18, 5  $\mu\text{m}$ , 250x4,6 mm. A fase móvel utilizada foi acetonitrila/água ultra pura, na proporção 20/80, com fluxo de 1,0  $\text{mL min}^{-1}$  e volume de injeção de 100  $\mu\text{L}$ . Nessas condições, o limite de detecção do tiametoxam foi de 1,0  $\mu\text{g L}^{-1}$ . A curva padrão foi preparada a partir de um padrão tiametoxam da marca Fluka com pureza de 99,5%. As análises estatísticas dos dados, bem como a edição dos gráficos, foram realizadas no R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação na quantidade de tiametoxam no lixiviado de cada coluna, durante o experimento, é apresentada na Figura 1. Nota-se, que o LVAd foi o primeiro solo a apresentar resíduos do inseticida tiametoxam no lixiviado, seguido do PVAd. No caso do LVdf, o período de amostragem não foi suficiente para detectar o produto nas quantidades observadas nos demais solos. O LVAd, foram verificadas maiores quantidades de tiametoxam do que no PVAd, para todas as soluções, e esse solo apresentou valores maiores que o LVdf (Figura 2). No LVAd e PVAd, ainda, nas colunas que receberam ARS, a quantidade de tiametoxam no lixiviado foi maior, quando comparado aos tratamentos que receberam AD e SI como soluções de lixiviação (Figura 2).

No LVAd, as quantidades lixiviadas seguiram o comportamento previsto em relação ao encontrado para a sorção, conforme Costa et al. (2013), ou seja, um aumento da lixiviação com a aplicação de ARS e maior lixiviação em relação ao LVdf e PVAd. No PVAd, as quantidades lixiviadas seguiram um comportamento semelhante ao LVAd, previsível, pelos resultados de sorção, conforme Costa et al. (2013), ou seja, um aumento da lixiviação com a aplicação de ARS. No LVdf a lixiviação de tiametoxam foi muito menor, quando comparado ao PVAd, mesmo não apresentando diferenças nos resultados de sorção conforme Costa et al. (2013). No entanto, pelos resultados de sorção na camada

0-20 cm do LVdf, há como explicar a lixiviação no perfil, sugerindo que o produto encontra-se distribuído ao longo do perfil e que levará mais tempo para ser lixiviado da coluna de solo. O fato de o LVdf apresentar maior teor de MO no perfil do solo, relativamente aos LVAd e PVAd, entre outros fatores como óxidos de ferro e alumínio (Tabela 1) – que se ligam à matéria orgânica do solo e neutralizam cargas negativas da mesma - pode ser responsável pela retenção do produto no interior das colunas. Especula-se que a matéria orgânica no LVdf teria, então, menor tendência à solvatação pelas moléculas de água (URZEDO et al., 2006). Isso permitiria maior interação com as moléculas do tiametoxam – complexo organo-orgânico - e explicaria as menores quantidades de tiametoxam no lixiviado.

### CONCLUSÕES

A lixiviação de tiametoxam obedeceu a seguinte ordem decrescente: LVAd > PVAd > LVdf.

A lixiviação de tiametoxam aumentou com a aplicação de ARS nos solos LVAd e PVAd.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPEMIG pela bolsa de estudos e pelo suporte financeiro concedido ao projeto.

### REFERÊNCIAS

- BASSO, C. J. et al. Dejeito líquido de suínos: II., perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Cienc. rural**, v. 35, n. 6, p. 1305-1312, 2005.
- CELLS, R.; BARRIUSO, E.; HOUOT, S. Effect of liquid sewage sludge addition on atrazine sorption and desorption by soil. **Chemosphere**, v. 37, n. 6, p. 1091-1107, 1998.
- CERETTA, C. A. et al. Dejeito líquido de suínos: I., perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Cienc. rural**, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, 2005.
- COSTA, A. L.; LIMA, J. M.; FRANÇA, E. M.; OLIVEIRA, V. S.; RIGITANO, R. L. O.; SILVA, C. A. Sorção de Tiametoxam em solos tratados com lodo de esgoto e água residuária de suinocultura. In: XXXIV Congresso Brasileira do Ciência do Solo, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBCS, 2013. P.1-4.
- MAJUMDAR, K.; SINGH, N. Effect of soil amendments on sorption and mobility of metribuzin in soils. **Chemosphere**, v. 66, n. 4, p. 630-637, 2007.
- SILVA, F.C., ed. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- URZEDO, A. P. F. M. et al. Sorção do inseticida Tiametoxam em amostras de solos da região de Lavras, MG. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, v. 16, p. 71-80, 2006.

Tabela 1 Principais atributos químicos e físicos de amostras de 0-20 e 0-40 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd), em condições naturais.

Solos	pH	t <sup>1</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	T <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>	m <sup>4</sup>	MO <sup>5</sup>	Areia Silte Argila SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> K <sub>i</sub> <sup>6</sup> K <sub>r</sub> <sup>7</sup>							
							-----(%)------ (g kg <sup>-1</sup> ) -----							
0-20 cm														
LVAd	4,3	1,6	7,6	6,8	68,1	27	520	100	380	138	203,9	53,9	1,20	1,00
LVdf	4,3	1,5	10,2	3,3	78,1	46	240	70	690	130	319,1	171,8	0,70	0,50
PVAd	5,0	4,7	9,6	47,4	2,2	44	470	200	330	195	175,0	59,0	1,90	1,60
40-60 cm														
LVAd	4,4	1,2	6,6	4,0	77,3	16	320	50	630	197	270,0	95,0	1,24	1,01
LVdf	4,7	0,8	7,3	3,2	71,9	27	150	90	760	169	274,0	285,0	1,05	0,63
PVAd	4,8	1,9	5,0	27,2	27,0	11	310	180	520	238	247,0	76,0	1,64	1,37

<sup>1</sup>Capacidade de troca de catiônica efetiva; <sup>2</sup>Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; <sup>3</sup>Índice de saturação por bases; <sup>4</sup>Índice de saturação por alumínio; <sup>5</sup>Matéria orgânica. <sup>6</sup>K<sub>i</sub> = 1,7(%SiO<sub>2</sub>)/(%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); <sup>7</sup>K<sub>r</sub> = 1,7(%SiO<sub>2</sub>)/[%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 0,64(%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)].

Tabela 2 Resultados analíticos de uma amostra da água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI)

Atributo	AD	ARS	SI
pH	4,6	7,7	7,8
CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	1,0	2160	2760
CO <sup>1</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	15,9	51,5	26,93
CI <sup>2</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	3,2	179,2	32,3
C <sup>3</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	19,1	230,7	59,3

<sup>1</sup>CO = Carbono orgânico dissolvido; <sup>2</sup>CI = Carbono inorgânico; <sup>3</sup>C = Carbono total dissolvido.

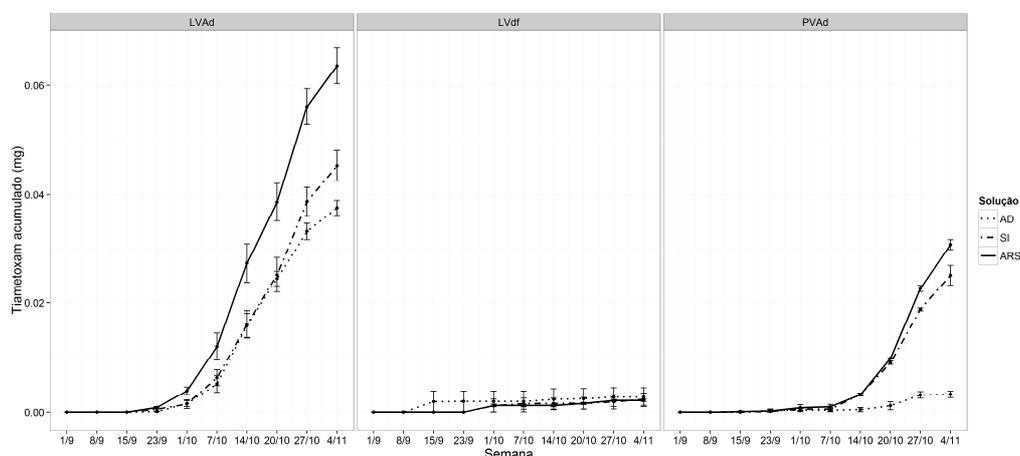


Figura 1 Quantidades de tiametoxam acumulado nos lixiviados do ensaio em função da época de aplicação de água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI) em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd)

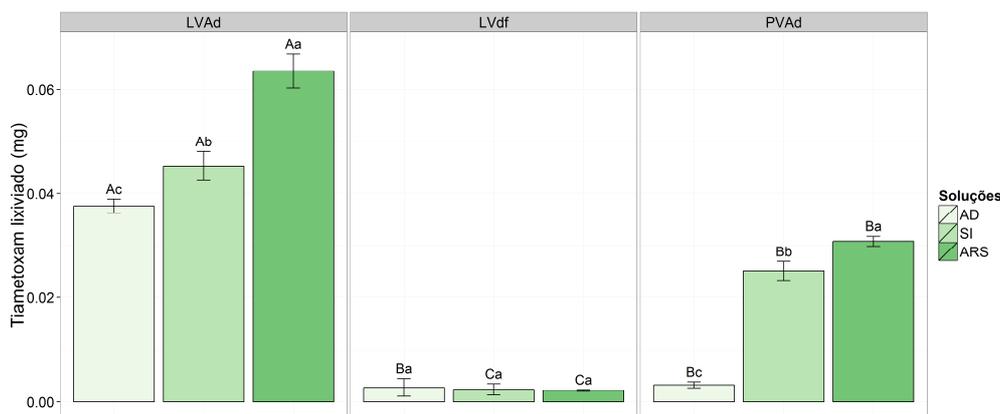


Figura 2 Quantidades totais de tiametoxam lixiviadas no ensaio de aplicações de água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI) em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd). Letras maiúsculas comparam médias de solo em um mesmo nível de solução pelo teste de Scott-Knott, ao nível de significância de 0,05. Letras minúsculas comparam médias de solução em um mesmo nível de solo pelo teste de Scott-Knott, ao nível de significância de 0,05.