

Efeito da água residuária de suinocultura na sorção de Tiametoxam em solos⁽¹⁾

Alisson Lucrécio da Costa⁽²⁾; José Maria de Lima⁽³⁾; Emmeline Machado França⁽⁴⁾; Vitória de Souza de Oliveira⁽⁵⁾; Renê Luís de Oliveira Rigitano⁽⁶⁾; Carlos Alberto Silva⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES, CNPq e FAPEMIG. ⁽²⁾ Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; alissonluc@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Ciência do Solo (DCS); UFLA; Lavras, MG; jmlima@dcs.ufla.br; ⁽⁴⁾ Graduanda em Agronomia; UFLA, Lavras, MG; melbhask@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Professora do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano; Eunápolis, BA; vitoriaesoliveira@hotmail.com ⁽⁶⁾ Professor do Departamento de Entomologia; UFLA; Lavras, MG; rigitano@den.ufla.br; ⁽⁷⁾ Professor do DCS; UFLA; Lavras, MG; csilva@dcs.ufla.br

RESUMO: A aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) em solos é uma alternativa para reciclar esse resíduo e adicionar nutrientes para as plantas. Entretanto, caso a aplicação desse resíduo ocorra junto com pesticidas, existe a possibilidade de a ARS aumentar seu potencial poluente. Diante disso, o objetivo foi avaliar o efeito da água residuária de suinocultura (ARS), água deionizada (AD) e solução iônica (SI) na sorção do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd). O experimento foi realizado baseando-se no método padrão de equilíbrio em lote, em amostras da camada 0-20 cm dos solos, com posterior quantificação do tiametoxam por cromatografia líquida, empregando o modelo de Freundlich para obtenção dos parâmetros da isoterma de sorção. A sorção de tiametoxam foi menor no LVAd, em relação ao LVdf e PVAd. A ARS reduziu a sorção do pesticida para os solos LVAd e PVAd.

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

INTRODUÇÃO

Atualmente, a aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) em solos é uma prática comum na agricultura, devido ao fato de ser uma forma de baixo custo para descarte desse resíduo e para adição de nutrientes ao solo (CERETTA et al., 2005). Além das propriedades químicas, esse resíduo pode melhorar as propriedades físicas do solo. No entanto, a utilização excessiva de ARS pode contaminar o solo, as águas subterrâneas e os rios com nitro e elementos-traço, por meio da lixiviação e escoamento superficial (BASSO et al., 2005). Além disso, esse composto pode influenciar no comportamento de pesticidas, aumentando seu potencial poluente (CELLS; BARRIUSO; HOUOT, 1998). Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da água residuária de suinocultura, água deionizada e solução iônica na sorção do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo

Vermelho distroférico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Conservação do Solo e Água do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, em 2011. As amostras dos solos foram coletadas nas camadas de 0-20 cm de profundidade, em 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 foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm de malha, para caracterização física, química e realização do 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. Para fins de comparação, foi utilizada solução iônica (SI) cujos cálculos pra formulação foram baseados nos íons e suas concentrações presentes na ARS, conforme Costa et al. (2013).

O experimento de sorção foi realizado utilizando-se o método padrão de equilíbrio em lote, em amostras dos solos em triplicata. Dois gramas de amostra foram adicionados a 5 mL de solução de cloreto de cálcio 0,01 M que continha diferentes concentrações de tiametoxam (0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,5; 7,5 e 15,0 mg L⁻¹) e 5 mL de AD, ARS ou SI, em tubos de vidro de 25 mL com tampa rosqueável. As suspensões foram agitadas a 200 rpm, em temperatura ambiente, por 4 h. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 1500 g por 10 min e retirada uma alíquota de 1 mL do sobrenadante, para análise. A seguir, a alíquota foi filtrada em membrana com por de 0,45µm, analisada em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, como descrito mais adiante. O modelo de

Freundlich foi empregado para obtenção dos parâmetros de sorção.

As concentrações de tiametoxam no experimento de sorção e lixiviação foram medidas utilizando-se cromatógrafo HP série 1100, operando com detector ultravioleta e comprimento de onda de 255 nm. A coluna utilizada foi uma Ascentis C18, 5 μm , 250x4,6 mm. A fase móvel utilizada foi acetoneitrila/água ultra pura, na proporção 20/80, com fluxo de 1,0 mL min^{-1} e volume de injeção de 100 μL . 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 Fluka com pureza de 99,5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As isotermas de sorção do tiametoxam em amostras da camada de 0-20 cm do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (PVAd), tratados com água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI), são apresentadas na Figura 1. Os resultados das isotermas de sorção ajustaram-se bem ao modelo de Freundlich, com coeficientes de determinação (r^2) variando de 0,97 a 0,99. De acordo com a classificação de Calvet (1989), as isotermas de sorção do tiametoxam no solo foram do tipo-L ($n < 1$).

As isotermas de sorção do tiametoxam, quando comparadas para os três solos, na ausência de ARS e SI, foram diferentes entre os solos, pelo teste da razão de verossimilhança (Tabela 2). A isoterma do solo LVAd apresentou menor valor K_f que as isotermas do LVdf e PVAd. As isotermas do LVdf e PVAd não diferiram quanto aos valores de K_f . As isotermas dos três solos não diferiram quanto aos valores n (Tabela 3). A baixa sorção do tiametoxam no LVAd, indicada pela diferença entre as isotermas de sorção, é atribuída ao baixo teor de matéria orgânica desse solo (Tabela 1). A sorção de pesticidas em solos ocorre tanto nas frações minerais como nas frações orgânicas, ou em ambas (SPARK; SWIFT, 2002). Entretanto, a predominância da sorção de pesticidas, principalmente os não iônicos, ocorre na matéria orgânica do solo (BRIGGS, 1981).

As isotermas de sorção do tiametoxam, quando comparadas dentro de LVAd, LVdf e PVAd com AD, ARS e SI, foram diferentes entre as soluções, pelo teste da razão de verossimilhança (Tabela 4). As isotermas de sorção diferiram significativamente no LVAd, pela aplicação de SI e ARS, em relação a AD. No LVdf, as isotermas mostram redução na sorção com aplicação de SI e ARS. No PVAd, o

redução foi apenas nas colunas que receberam ARS (Tabela 5).

A MOD pode reduzir a sorção, devido à diminuição das interações com as moléculas do pesticida e as partículas do solo, ou pode aumentar a interação das moléculas do composto com as moléculas de água, aumentando a afinidade entre elas, influenciando a solvatação do pesticida (URZEDO et al., 2006). Os compostos orgânicos presentes na solução podem modificar a adsorção dos pesticidas através da interação com o solo ou com o pesticida em solução (LEE; FARMER; AOCHI, 1990). A associação da MOD com compostos orgânicos na solução do solo tem sido proposta como o principal processo por meio do qual a MOD pode reduzir a sorção de pesticidas não iônicos em solos e sedimentos (LEE; FARMER; AOCHI, 1990), o que pode explicar a diminuição na sorção tiametoxam pela presença de ARS.

CONCLUSÕES

A sorção de tiametoxam foi menor no LVAd, em relação ao LVdf e PVAd.

A ARS reduziu a sorção do inseticida tiametoxam para os solos LVAd e PVAd.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e FAPEMIG, pela concessão de bolsa de estudo e pelo suporte financeiro ao desenvolvimento do 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.
- BARRIUSO, E.; BAER, U.; CALVET, R. Dissolved organic matter and adsorption-desorption of dimefuron, atrazine, and carbetamide by soils. **J. environ. qual.**, v. 21, n. 3, p. 359-360, 1992.
- BRIGGS, G. G. Theoretical and experimental relationship between soil adsorption, octanol-water partition coefficients, water solubilities, bioconcentration factors, and the parachor. **J. agric. food chem.**, v. 29, n. 5, p. 1050-1059, 1981.
- CALVET, R. Adsorption of organic chemicals in soils. **Environ. health perspect.**, v. 83, p. 145-177, 1989.
- CARON, G.; SUFFET, I. H.; BELTON, T. Effect of dissolved organic carbon on the environmental distribution of nonpolar organic compounds. **Chemosphere**, v. 14, n. 8, p. 993-1000, 1985.

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.; NETO, M. R; OLIVEIRA, V. S.; RIGITANO, R. L. O.; SILVA, C. A. Lixiviação 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: SBSC, 2013. P.1-4.

SILVA, F.C., ed. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

GRABER, E. et al. Enhanced transport of pesticides in a field trial with treated sewage sludge. **Chemosphere**, v. 44, n. 4, p. 805-811, 2001.

LEE, D. Y.; FARMER, W. J.; AOCHI, Y. Sorption of napropamide on clay and soil in the presence of dissolved organic matter. **J. environ. qual.**, v. 19, n. 3, p. 567-570, 1990.

SPARK, K. M.; SWIFT, R. S. Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption. **Sci. total environ.**, v. 298, n. 1/3, p. 147-161, 2002.

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 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 ¹ (cmol _c dm ⁻³)	T ²	V ³	m ⁴	MO ⁵	Areia	Silte	Argila	----- (g kg ⁻¹) -----				
										SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki ⁶	Kr ⁷
LVAd	4,3	1,6	7,6	6,8	68,1	27	520	100	380	138	203,9	53,9	1,2	1,0
LVdf	4,3	1,5	10,2	3,3	78,1	46	240	70	690	130	319,1	171,8	0,7	0,5
PVAd	5,0	4,7	9,6	47,4	2,2	44	470	200	330	195	175,0	59,0	1,9	1,6

¹Capacidade de troca de catiônica efetiva; ²Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; ³Índice de saturação por bases; ⁴Índice de saturação por alumínio; ⁵Matéria orgânica. ⁶Ki = 1,7(%SiO₂)/(%Al₂O₃); ⁷Kr = 1,7(%SiO₂)/[%Al₂O₃ + 0,64(%Fe₂O₃)].

Tabela 2 Grau de liberdade (GL), valores da estatística do teste de F (F valor) e níveis descritivos do teste (p-valor) do teste da razão de verossimilhança das isotermas de sorção do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) na ausência de água residuária de suinocultura e solução iônica

Hipóteses	GL	F valor	p-valor	
H ₀ ⁽¹⁾ : K _{fLVAd} =K _{fLVdf} =K _{fPVAd} =K _f e n _{LVAd} =n _{LVdf} =n _{PVAd} =n	4	135,06	0,000	*
H ₀ ⁽²⁾ : K _{fLVAd} =K _{fLVdf} =K _{fPVAd} =K _f	2	31,51	0,000	*
H ₀ ⁽³⁾ : n _{LVAd} =n _{LVdf} =n _{PVAd} =n	2	3,07	0,053	ns

Tabela 3 Grau de liberdade (GL), valores da estatística do teste de F (F valor) e níveis descritivos do teste (p-valor) do teste da razão de verossimilhança das combinações duas a duas das isotermas de sorção do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) na ausência de água residuária de suinocultura e solução iônica

Hipóteses	GL	LVAd ^(A) vs LVdf ^(B)		LVAd ^(A) vs PVAd ^(B)		LVdf ^(A) vs PVAd ^(B)	
		F valor	p-valor	F valor	p-valor	F valor	p-valor
H ₀ ⁽¹⁾ : K _{fA} =K _{fB} =K _f e n _A =n _B =n	2	303,78	0,000 *	143,78	0,000 *	3,87	0,028 *
H ₀ ⁽²⁾ : K _{fA} =K _{fB} =K _f	1	55,78	0,000 *	45,15	0,000 *	0,58	0,450 ns
H ₀ ⁽³⁾ : n _A =n _B =n	1	1,59	0,214 ns	4,77	0,034 ns	2,21	0,144 ns

Tabela 4 Graus de liberdade (GL), valores da estatística do teste de F (F valor) e níveis descritivos do teste (p-valor) do teste da razão de verossimilhança das isothermas de sorção do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) com água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI)

Hipóteses	GL	LVAd		LVdf		PVAd	
		F valor	p-valor	F valor	p-valor	F valor	p-valor
$H_0^{(1)}$: $K_{iAD}=K_{iSI}=K_{iARS}=K_f$ e $n_{AD}=n_{SI}=n_{ARS}=n$	4	30,78	0,000 *	4,92	0,002 *	10,57	0,000 *
$H_0^{(2)}$: $K_{iAD}=K_{iSI}=K_{iARS}=K_f$	2	4,45	0,015 *	2,50	0,090 ns	0,65	0,523 ns
$H_0^{(3)}$: $n_{AD}=n_{SI}=n_{ARS}=n$	2	0,15	0,865 ns	1,49	0,233 ns	2,49	0,091 ns

Tabela 5 Graus de liberdade (GL), valores da estatística do teste de F (F valor) e níveis descritivos do teste (p-valor) do teste da razão de verossimilhança das combinações duas a duas das isothermas de sorção do tiametoxam em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (PVAd) com água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI)

Hipóteses	GL	AD(1) vs ARS(2)		AD(1) vs SI(2)		ARS(1) vs SI(2)	
		F valor	p-valor	F valor	p-valor	F valor	p-valor
LVAd							
$H_0^{(1)}$: $K_{f1}=K_{f2}=K_f$ e $n_1=n_2=n$	2	72,24	0,000 *	19,14	0,000 *	9,29	0,000 *
$H_0^{(2)}$: $K_{f1}=K_{f2}=K_f$	1	10,49	0,002 *	2,18	0,147 ns	2,04	0,161 ns
$H_0^{(3)}$: $n_1=n_2=n$	1	0,31	0,583 ns	0,00	0,993 ns	0,22	0,642 ns
LVdf							
$H_0^{(1)}$: $K_{f1}=K_{f2}=K_f$ e $n_1=n_2=n$	2	7,24	0,002 *	8,74	0,001 *	1,05	0,357 ns
$H_0^{(2)}$: $K_{f1}=K_{f2}=K_f$	1	0,86	0,360 ns	6,77	0,013 *	1,45	0,234 ns
$H_0^{(3)}$: $n_1=n_2=n$	1	0,01	0,927 ns	3,07	0,087 ns	1,86	0,179 ns
PVAd							
$H_0^{(1)}$: $K_{f1}=K_{f2}=K_f$ e $n_1=n_2=n$	2	19,11	0,000 *	1,09	0,346 ns	11,91	0,000 *
$H_0^{(2)}$: $K_{f1}=K_{f2}=K_f$	1	0,20	0,660 ns	1,26	0,268 ns	0,46	0,500 ns
$H_0^{(3)}$: $n_1=n_2=n$	1	2,41	0,128 ns	0,62	0,434 ns	4,65	0,036 *

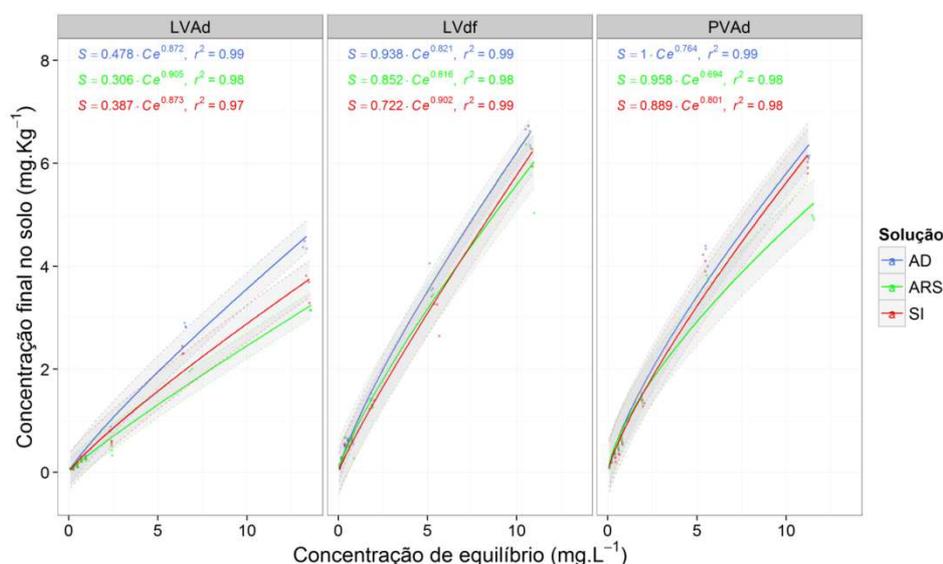


Figura 1 Isothermas de sorção de tiametoxam em amostras das camadas de 0-20 cm do Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) com água deionizada (AD), água residuária de suinocultura (ARS) e solução iônica (SI)