

SORÇÃO DO INSETICIDA TIAMETOXAM EM AMOSTRAS DE SOLOS DA REGIÃO DE LAVRAS-MG

ANA PAULA FONSECA MAIA DE URZEDO*
RENÊ LUÍS DE OLIVEIRA RIGITANO**
JOSÉ MARIA DE LIMA***
NÉLIO RICARDO DO AMARAL CASTRO****

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de investigar a sorção do tiame toxam em solos da região de Lavras, MG (Brasil), visando avaliar o potencial de lixiviação do composto nesses solos sob condições de campo. Os resultados mostraram baixa sorção do tiame toxam nos solos estudados e razoável correlação entre o grau de sorção e o teor de matéria orgânica dos solos. Isotermas de sorção/dessorção do composto revelaram-se bem ajustadas ao modelo de Freundlich, com valores de $1/h$ em torno de 0,9. Os coeficientes de sorção do tiame toxam em hematita e goethita sintéticas, bem como em caulinita foram negligíveis. Os efeitos da calagem e/ou fosfatagem do solo sobre a sorção do tiame toxam variaram em função do tipo de solo. A baixa sorção do tiame toxam nos solos estudados implica em apreciável lixiviação potencial do composto em solos, em condições de campo, com riscos de contaminação da água do subsolo.

PALAVRAS-CHAVE: PESTICIDA; RETENÇÃO NO SOLO; ARGILOMINERAIS; CALAGEM; FOSFATAGEM.

* Química, M. Sc. em Agroquímica, Doutoranda em Química, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG (e-mail: anaurzedo@hotmail.com).

** Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Entomologia, Professor Titular, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG (e-mail: rigitano@ufla.br).

*** Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Ciência do Solo, Professor Adjunto, Departamento de Ciência do Solo, UFLA, Lavras, MG (e-mail: jmlima@ufla.br).

**** Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Entomologia, Departamento de Entomologia, UFLA, Lavras, MG (e-mail: nelio_castro@yahoo.com.br).

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de aumentar a produtividade das lavouras, o uso de agrotóxicos tornou-se prática generalizada na agricultura brasileira. Apesar disso, pouco se sabe sobre o destino desses compostos em solos representativos do Brasil.

Dentre os vários processos que ocorrem com os pesticidas nos solos, a sorção é determinante do destino dos compostos no ambiente do solo. O termo sorção de pesticidas em solos refere-se ao processo geral de retenção dos compostos na fase sólida, sem distinção entre adsorção, absorção e precipitação (KOSKINEN e HARPER, 1990).

A sorção de pesticidas em solos tem sido freqüentemente expressa pelo coeficiente de distribuição (K_d) do composto entre as fases sólida e aquosa do solo (K_d = concentração do composto sorvido ao solo/concentração do composto na solução de equilíbrio). Esse coeficiente pode ser determinado em laboratório a partir de misturas solo/solução aquosa do pesticida, submetidas à agitação por determinado tempo e subsequente centrifugação. A concentração do composto na fase sólida é calculada com base nas determinações de sua concentração na fase aquosa antes e após a agitação. Outra forma de se mensurar a sorção de pesticidas no solo é por meio de isotermas. Essas representam a relação entre a concentração do pesticida sorvido nos sólidos do solo e sua concentração de equilíbrio em solução a temperatura constante (McBRIDE, 1994). Dentre os modelos de isotermas mais utilizados destaca-se o de Freundlich, sendo sua equação dada por: $\log x/m = \log K_f + 1/n \log C_e$, em que x/m é a concentração de equilíbrio na fase sólida do solo, C_e é a concentração de equilíbrio em solução, e K_f e $1/n$ são constantes empíricas (GREEN e KARICKHOFF, 1990). Esse modelo tem se adequado muito bem às isotermas de sorção de diferentes pesticidas em vários solos (LAVORENTI, PRATA e REGITANO, 2003).

Tem sido demonstrado que a sorção de compostos não-iônicos em solos ocorre principalmente na matéria orgânica presente nos mesmos (BRIGGS, 1981; CHIOU, 1990; CANELLAS et al., 1999). BRIGGS (1981) mediu a sorção de dezenas de compostos não-ionizáveis em diferentes solos da Inglaterra, tendo observado estreita correlação entre o valor de K_d do composto, o seu coeficiente de partição entre o octanol e a água (K_{ow}) e o teor de matéria orgânica do solo [$K_d = 0,045 K_{ow}^{0,52} MO (\%)$]. Tal correlação evidencia que a sorção desses compostos nos solos decorre, principalmente, de sua partição hidrofóbica na matéria orgânica do solo.

O inseticida tiame toxam, composto químico da classe dos neonicotinóides, foi registrado no Brasil no final da última década para o controle de pragas de várias culturas, incluindo a do cafeeiro, na qual esse inseticida é aplicado via solo. O uso do tiame toxam em regiões cafeeiras vem aumentando rapidamente, muito embora estudos sobre o seu destino em solos brasileiros sejam incipientes. As propriedades físico-químicas do tiame toxam (como $\log K_{ow} = -0,13$) indicam baixa sorção do composto nos colóides do solo e, portanto, alto potencial de lixiviação em solos. Dessa forma, são necessárias pesquisas acerca do comportamento desse inseticida em solos brasileiros para que se possa avaliar o risco de contaminação da água do subsolo e, eventualmente, de poços e minas d'água com resíduos desse inseticida.

Objetivou-se no presente trabalho investigar a sorção do tiame toxam em amostras de solos representativos do Brasil, coletados no município de Lavras, (MG), bem como em hematita e goethita sintéticas e caulinita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 SOLOS UTILIZADOS

Foram utilizadas amostras dos solos Latossolo Vermelho Amarelo distroférrico-LVA_{df} (anteriormente chamado Latossolo Variação Una), Latossolo Vermelho Amarelo distrófico-LVA_d,

Latossolo Vermelho Amarelo Húmico-LVA_h, Latossolo Vermelho acriférrego-LV_{wf} (anteriormente chamado Latossolo Roxo), Latossolo Vermelho distrófico-LV_d (anteriormente chamado Latossolo Vermelho Escuro), Argissolo Vermelho Amarelo-PVA (anteriormente chamado Podzólico Vermelho Amarelo), Neossolo Quartzarênico-RQ (anteriormente chamado Areia Quartzosa), Cambissolo Háplico-CX (anteriormente chamado Cambissolo), Neossolo Flúvico-RU (anteriormente chamado Solo Aluvial), Gleissolo Háplico-GX (anteriormente chamado Glei pouco Húmico), Organossolo Mésico-OY (anteriormente chamado Turfa), Gleissolo Melânico-GM (anteriormente chamado Glei Húmico), classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Os solos foram coletados na região de Lavras-MG, tendo sido retiradas amostras da camada superficial (0-15cm) dos mesmos, representativas do horizonte A. Nos casos dos solos LVA_{df}, LV_{wf} e PVA, também foram coletadas amostras do horizonte B na profundidade de 40 a 60 cm.

As amostras foram destoroadas, passadas em peneira de 2 mm de malha, deixadas secar ao ar e armazenadas sob condições de aeração. Uma subamostra de cada solo foi separada para determinação do teor de matéria orgânica (EMBRAPA 1997).

2.2 CINÉTICA DE SORÇÃO DO TIAMETOXAM

A cinética de sorção do tiametoxam foi investigada em material do horizonte A do Latossolo Vermelho Amarelo distroférrego, seguindo-se a metodologia descrita por FELSOT e DAHM (1979). Dez tubos de centrífuga de policarbono de 85 mL, com tampa, receberam 2 gramas de material de solo. Adicionaram-se aos tubos 5 mL de solução aquosa de tiametoxam a 1 µg mL⁻¹ em 0,01 M de CaCl₂, utilizado para manutenção da força iônica do solo.

Os tubos foram colocados em mesa agitadora e retirados, dois a dois, após 1, 2, 4, 8 e 24h de agitação. Após cada tempo de agitação os tubos foram submetidos à centrifugação, a 11000 g por 10 minutos, pipetando-se em seguida 2 mL da fase aquosa sobrenadante. Esses foram filtrados em filtro Millipore (filtro com membrana PTFE modificada para filtração de solventes orgânicos e aquosos, 0,45 µm, 13 mm, não-estéril) com auxílio de seringa de vidro e armazenados em freezer para posterior análise por cromatografia a líquido de alta eficiência (CLAE). Calculou-se a concentração do tiametoxam no solo pela diferença entre as concentrações do composto na solução inicial e na fase aquosa final, após agitação com a subamostra de solo.

2.3 ISOTERMAS DE SORÇÃO E DESSORÇÃO DO TIAMETOXAM

Para análise do efeito da concentração do tiametoxam sobre sua sorção/dessorção em solos utilizou-se material do horizonte A dos solos Latossolo Vermelho Amarelo distroférrego e Latossolo Vermelho acriférrego. Dois gramas desses solos foram colocados em tubos de centrífuga e a cada um acrescentados 5 mL da solução de CaCl₂ 0,01 M, contendo tiametoxam nas concentrações 0,1, 0,5, 1,0, 5,0 e 10,0 µg mL⁻¹. Para cada concentração foram conduzidas duas repetições (IBAMA 1990).

Após 4 horas de agitação, mediu-se a sorção do tiametoxam nos solos conforme o procedimento descrito no item anterior. Para o estudo de dessorção, após a realização da centrifugação e retirada da fase aquosa, foram adicionados aos tubos 5 mL da solução 0,01 M de CaCl₂. Os tubos foram mantidos sob agitação por mais 4 horas e, após esse tempo, as amostras foram novamente centrifugadas, tendo sido coletados 2 mL da fase aquosa para posterior injeção no sistema CLAE.

2.4 SORÇÃO DO TIAMETOXAM EM DIFERENTES SOLOS E EM MINERAIS DE ARGILA

Os coeficientes de sorção (Kd) do tiametoxam nos diferentes solos foram determinados conforme os procedimentos descritos anteriormente. Usou-se tempo de agitação de 4 horas e concentração inicial na fase aquosa de 1 µm mL⁻¹ para todos os solos, sendo os resultados submetidos à análise de

regressão. A sorção do tiameoxam também foi examinada em componentes da fração mineral do solo por meio da determinação do Kd do composto em hematita e goethita sintéticas e caulinita.

2.5 INFLUÊNCIA DA CALAGEM E FOSFATAGEM DO SOLO SOBRE A SORÇÃO DO TIAMETOXAM

Parte das amostras de solo do horizonte A das classes LVA_d e LV_d foi incubada com carbonato de cálcio (CaCO_3) durante um mês, mantendo-se a umidade em torno de 60% do volume total de poros. A dose de calcário aplicada foi determinada por meio da curva de incubação para estimativa da quantidade necessária para se elevar o pH a 6,5. Após esse período, metade das amostras tratadas e parte das amostras que não recebeu calcário foram incubadas por mais um mês com fosfato ácido de potássio (KH_2PO_4). A dose foi estabelecida como sendo metade do valor da capacidade máxima de adsorção de fósforo, ou seja, 550 e 1000 mg kg⁻¹ para o LVA_d e LV_d, respectivamente (NÓBREGA et al., 2005). Antes da instalação do experimento procedeu-se a leitura do pH de subamostras dos solos, após a agitação em solução de CaCl_2 0,01 M, na proporção solo/solução de 1:2,5.

Os coeficientes de sorção do tiameoxam nas amostras submetidas ou não à calagem e/ou fosfatagem foram determinados conforme descrito anteriormente. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott, utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

2.6 CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO CROMATÓGRAFO

Para a determinação quantitativa do tiameoxam foi utilizado sistema de cromatografia a líquido de alta eficiência, modelo Agilent - série 1100, operando com detector de ultravioleta (255 nm). As condições operacionais do cromatógrafo foram definidas com base na metodologia analítica desenvolvida pela empresa fabricante do tiameoxam (NOVARTIS, 1998).

Empregou-se coluna LiChroCART (25 cm de comprimento e 3 mm de diâmetro interno), preenchida com LiChrospher RP-18, 5 µm. O fluxo da fase móvel (H_2O milli-Q/acetonitrila – 65/35) foi de 0,3 mL/min e o volume de injeção de a 20 µL. Nessas condições, o tempo de retenção do tiameoxam foi em torno de 7 minutos. A quantificação do produto ocorreu pela comparação das áreas dos picos nas amostras e a área dos picos nos padrões. O padrão analítico utilizado foi obtido junto à Syngenta Proteção de Culturas Ltda., com especificação de pureza acima de 99%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

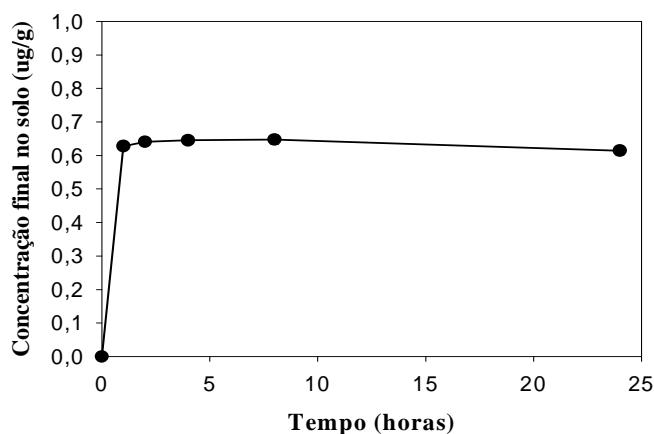
3.1 CINÉTICA DE SORÇÃO DO TIAMETOXAM

O estudo da cinética de sorção do tiameoxam em material do horizonte A do Latossolo Vermelho Amarelo distroférrico revelou que após 1 hora, a concentração do composto na fase aquosa já havia alcançado o equilíbrio (Figura 1). O comportamento apresentado pelo tiameoxam evidencia que seu processo de sorção é relativamente rápido. Por motivo de segurança, o tempo de agitação utilizado nos experimentos de sorção/dessorção foi de 4 horas.

3.2 ISOTERMAS DE SORÇÃO E DESSORÇÃO DO TIAMETOXAM

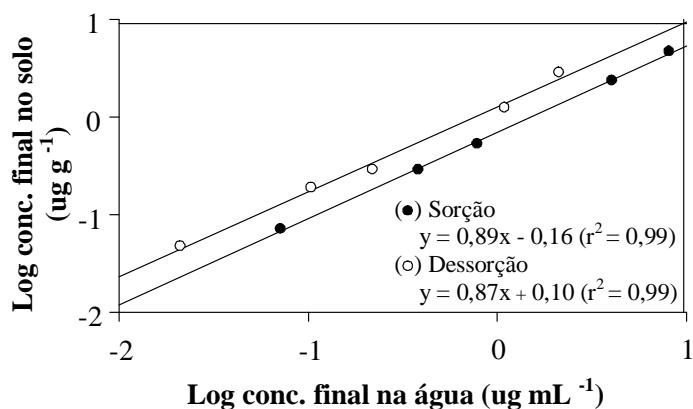
As isotermas de sorção e dessorção do tiameoxam em amostras do horizonte A dos solos Latossolo Vermelho Amarelo distroférrico e Latossolo Vermelho acriférrego são apresentadas nas Figuras 2 e 3, respectivamente. Os resultados se ajustaram à equação empírica da isoterma de Freundlich ($\log x/m = \log K_f + 1/n \log C_e$) com valores de K_f para a sorção do tiameoxam de 0,69 e 0,87, respectivamente para o LVA_{df} e LV_{wf}.

FIGURA 1 - EFEITO DO TEMPO SOBRE A SORÇÃO DO TIAMETOXAM EM MATERIAL DO HORIZONTE A DE LATOSOLO VERMELHO AMARELO DISTROFÉRRICO



Os valores de $1/n$ ficaram em torno de 0,9 para os dois solos, indicando pequena variação no valor de K_d do composto em função de sua concentração na solução. De acordo com LAVORENTI, PRATA e REGITANO (2003), valores de $1/n$ próximos à unidade são comumente observados nos estudos de sorção de pesticidas em solos.

FIGURA 2 - ISOTERMAS DE SORÇÃO E DESSORÇÃO DO TIAMETOXAM EM MATERIAL DO HORIZONTE A DE LATOSOLO VERMELHO AMARELO DISTROFÉRRICO



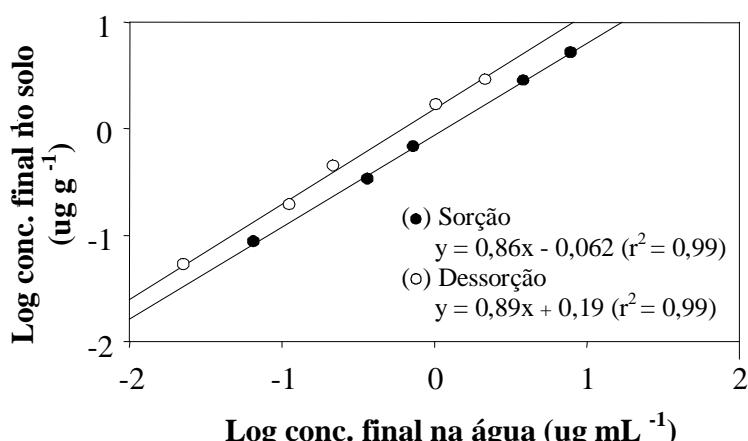
Verificou-se sorção reversível do tiametoxam em ambos os solos. No entanto, os valores de K_f obtidos para o processo de dessorção (1,26 e 1,54, respectivamente para o LVA_{df} e LV_{wf}) foram maiores do que os valores de K_f de sorção. Tal fenômeno, conhecido como histerese, tem sido freqüentemente observado na sorção de pesticidas em solos (FELSBØT e DAHM, 1979; GAO et al., 1998; HERWIG et al., 2001; DING et al., 2002; SINGH, 2002), sendo atribuído a diferenças entre as forças envolvidas nos processos de sorção e dessorção dos compostos nos sólidos do solo.

3.3 SORÇÃO DO TIAMETOXAM EM DIFERENTES SOLOS E EM MINERAIS DE ARGILA

Obteve-se boa correlação linear ($r^2 = 0,92$) entre os valores de K_d e os teores de matéria orgânica dos solos (Figura 4), mostrando que a interação do composto na matéria orgânica do solo constituiu importante mecanismo de sorção do tiametoxam nos solos estudados. No entanto, os pontos correspondentes a 6,0 e 19,9% de matéria orgânica sofreram forte influência no ajuste linear, ocorrendo apreciável variação nos valores de K_d para solos com teores de matéria orgânica próximos.

Dessa forma, os resultados mostraram que a natureza da matéria orgânica e/ou outros atributos do solo afetam a sorção do tiometoxam nos solos.

FIGURA 3 - ISOTERMAS DE SORÇÃO E DESSORÇÃO DO TIAMETOXAM EM MATERIAL DO HORIZONTE A DE LATOSOLO VERMELHO ACRIFÉRRICO

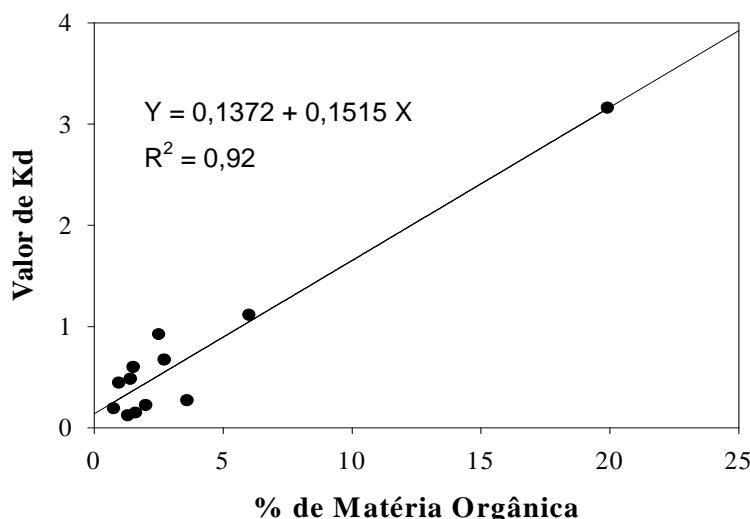


Para solos com teores semelhantes de matéria orgânica foram constatados valores de Kd maiores para os Latossolos e Argissolo Vermelho Amarelo. Os primeiros são reconhecidamente mais ricos em óxidos de ferro e alumínio (oxídicos), os quais ligados à matéria orgânica do solo neutralizam cargas negativas da mesma. Especula-se que a matéria orgânica nesses solos teria, então, menor tendência à solvatação pelas moléculas de água. Isso permitiria maior interação com as moléculas do tiometoxam e explicaria os maiores valores de Kd do composto nesses solos. Por outro lado, as divergências nos valores de Kd entre os solos com teores semelhantes de matéria orgânica podem ser decorrentes de diferenças na natureza da matéria orgânica. Nesse caso, a maior polaridade da matéria orgânica nos Latossolos e Argissolo Vermelho Amarelo explicaria os maiores valores de Kd do tiometoxam observados nesses solos, devido à natureza relativamente polar do composto ($\log K_{ow} = -0,13$).

Alta correlação entre a sorção de compostos não-iônicos e o teor de matéria orgânica do solo também foi observada por vários autores. FELSOT e DAHM (1979) estudaram a sorção e dessorção de aldicarbe, forato, paration, terbufós e clorpirifós em cinco solos com diferentes conteúdos de matéria orgânica. Observaram que todos os inseticidas foram sorvidos em maior extensão conforme o conteúdo de matéria orgânica dos solos aumentava. No tratamento em que destruíram parcialmente a matéria orgânica dos solos, utilizando H_2O_2 , houve acentuada redução da sorção. Valores menores de K_f do fungicida triadimenol foram observados por GAO et al. (1998) quando a matéria orgânica foi removida do solo. CARVALHO, RIGITANO e LIMA (2002) observaram diferenças nos valores de Kd do triadimenol entre 0,8 a 3,5 em solos com teores de matéria orgânica variando de 1,1 a 3,8%.

Os valores de Kd do tiometoxam nos minerais goethita, hematita e caulinita foram muito baixos (Tabela 1), mostrando que a sorção desse inseticida nesses minerais é negligível. Desta forma, a sorção do tiometoxam constitui, principalmente, processo de partição do composto entre a solução aquosa e a matéria orgânica do solo. ANASTÁCIO (2003) observou que o triadimenol foi adsorvido em óxido de ferro, hematita e goethita, sendo verificadas isoterms do tipo "S". Esse autor obteve valores de 1/n acima de um e atribuiu os resultados à sorção cooperativa entre as moléculas. Diferentemente do tiometoxam, o triadimenol é um composto lipofílico ($\log K_{ow} \approx 3$) indicando que tal fenômeno deve ser mais importante para compostos lipofílicos.

FIGURA 4 - RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE Kd DO TIAMETOXAM E O TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS - HORIZONTES



1 = Argissolo Vermelho Amarelo distroférico - B; 2 = Neossolo Quartzarênico - A; 3 = Cambissolo Háplico - A; 4 = Neossolo Flúvico - A; 5 = Gleissolo Háplico - A; 6 = Argissolo Vermelho Amarelo - A; 7 = Latossolo Vermelho Amarelo Húmico - B; 8 = Latossolo Vermelho acríférrego - B; 9 = Latossolo Vermelho acríférrego - A; 10 = Latossolo Vermelho Amarelo distroférico - A; 11 = Organossolo Mésico - A; 12 = Gleissolo Melânico - A.

TABELA 1 - VALORES DE Kd DO TIAMETOXAM NOS MINERAIS DE ARGILA

Minerais	Valor de Kd
Goethita	-0,0123
Caulinita	-0,0047
Óxido de ferro	0,0319

Os coeficientes de distribuição do tiame toxam por unidade de carbono orgânico (Koc) nos diferentes solos estudados variaram de 12,8 a 80,8. Esses valores estão de acordo com ANTUNES-KENYON e KENNEDY (2001), que encontraram Koc em torno de 70 para o tiame toxam no material de solo estudado.

Os valores de Kd do tiame toxam nos diferentes materiais de solo, bem como as estimativas desses valores utilizando-se a equação $Kd = 0,045 Kow^{0,52} MO(\%)$ (BRIGGS, 1981) estão listados na Tabela 2.

Os valores de Kd encontrados foram bastante superiores aos calculados pela equação de BRIGGS (1981), evidenciando que essa equação não se ajustou ao caso do tiame toxam. É possível que tal diferença esteja relacionada com alguma característica peculiar do tiame toxam, embora essa não seja clara. Alternativamente, é possível que a equação proposta por BRIGGS (1981) não apresente boa predição para o valor de Kd de compostos muito polares como o tiame toxam. Em suporte a essa segunda possibilidade tem-se o fato da maioria dos compostos estudados por BRIGGS (1981) apresentar $\log Kow > 0$.

BROMILOW et al. (1980) obtiveram valores de Kd para o aldicarbe sulfona e oxamil em solo da Inglaterra entre 50% e 150% maiores do que os valores previstos pela equação de BRIGGS (1981). BAKER, MIHELCIC e SHEA (2000) afirmaram que para compostos mais lipofílicos não há relação satisfatória entre Kow e Koc. Plotando $\log Kow$ x $\log Koc$ em gráfico notaram mudança na inclinação da reta conforme a hidrofobicidade aumentava. Segundo os mesmos autores, o coeficiente de partição octanol-água pode não representar bom prognóstico para o comportamento de pesticidas em solos, sobretudo para aqueles mais hidrofóbicos (com $\log Kow > 5$). Os resultados obtidos no presente

trabalho indicam que o valor de log Kow pode não ser bom indicador da sorção em solos, também no caso de compostos mais polares. Outra explicação para a diferença entre os valores de Kd previstos e observados estaria relacionada com os solos tropicais avaliados neste trabalho, diferentes daqueles estudados por BRIGGS (1981). Dessa forma, a investigação da sorção de outros compostos polares nos solos estudados torna-se muito interessante.

Os baixos coeficientes de sorção do tiame toxam obtidos, especialmente nos solos com baixo teor de matéria orgânica, indicam alta disponibilidade do composto na solução do solo em condições de campo. Isso é vantajoso em termos de absorção pelo sistema radicular, mas por outro lado a ocorrência de chuvas intensas após a aplicação do composto poderá resultar em apreciável lixiviação do mesmo nesses solos. Os riscos de contaminação de minas ou poços d'água com resíduos de tiame toxam em áreas que venha a ser utilizado serão tão maiores quanto mais estável for o composto nos solos. Assim, os resultados obtidos neste trabalho tornam ainda mais relevantes estudos sobre a degradação desse inseticida em solos brasileiros.

TABELA 2 - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE Kd OBTIDOS E AQUELES PREVISTOS PELA EQUAÇÃO DE BRIGGS (1981)

Classes de solo/ Horizonte	Teor de MO (%)	Valores de Koc	Valores de Kd obtidos experimentalmente	Valores de Kd calculados pela equação de Briggs
GM-A	19,9	27,37	3,160	0,766
OY-A	6,0	32,04	1,115	0,231
GX-A	3,6	12,88	0,269	0,139
LVA _{df} -A	2,72	42,53	0,671	0,105
LV _{wf} -A	2,5	63,64	0,922	0,096
RU-A	2,0	19,26	0,224	0,077
CX-A	1,6	15,89	0,148	0,062
LV _{wf} -B	1,51	68,46	0,599	0,058
LVA _{df} -B	1,4	59,44	0,483	0,054
RQ-A	1,3	16,02	0,121	0,050
PVA-A	0,95	80,80	0,445	0,037
PVA-B	0,75	43,71	0,190	0,029

GM = Gleissolo Melânico; OY = Organossolo Mésico; LVA_{df} = Latossolo Vermelho Amarelo distroférreo; GX = Gleissolo Háplico; LV_{wf} = Latossolo Vermelho acriférrego; RU = Neossolo Flúvico; CX = Cambissolo Háplico; RQ = Neossolo Quartzarênico; PVA = Argissolo Vermelho Amarelo.

3.4 INFLUÊNCIA DA CALAGEM E FOSFATAGEM DO SOLO SOBRE A SORÇÃO DO TIAMETOXAM

Os dois solos se comportaram de maneira estatisticamente diferente ($P < 0,05$) em relação à sorção do tiame toxam quando submetidos aos tratamentos na presença e ausência de calagem e fosfatagem (Tabela 3). Apesar dos tratamentos, de modo geral, também terem apresentado diferença significativa entre si, a calagem aumentou significativamente a sorção do composto apenas no LV_d ($P < 0,05$).

A calagem provoca dispersão da matéria orgânica do solo e, consequentemente, mais sítios de interação dessa com o composto. O íon bivalente Ca²⁺ pode ligar-se aos sítios negativos da matéria orgânica tornando-a menos sujeita à solvatação com a água e, portanto, mais disponível para a interação com o tiame toxam. O efeito mais expressivo da calagem no LV_d em relação ao LVA_d foi atribuído, ao menos em parte, ao fato do primeiro apresentar maior teor de matéria orgânica e ser mais oxídico (mais sujeito ao efeito dispersivo da calagem sobre a matéria orgânica). A fosfatagem reduziu a sorção do tiame toxam de forma significativa ($P < 0,05$) em ambos os solos. Observou-se que o efeito da calagem foi reduzido quando acompanhada da fosfatagem (Tabela 3). Especula-se que tais resultados

teriam sido decorrentes da competição entre os íons fosfato e a matéria orgânica do solo pelos sítios positivos dos óxidos de ferro e alumínio. Sendo potente ligante para esses óxidos, o fosfato aumenta o número de sítios negativos disponíveis da matéria orgânica e sua solvatação com a água, tornando-a menos disponível para interação com o tiometoxam.

TABELA 3 - COMPARAÇÕES ENTRE O EFEITO DA CALAGEM E FOSFATAGEM E OS VALORES MÉDIOS DO COEFICIENTE DE SORÇÃO DO TIAMETOXAM (Kd) EM SOLOS DAS CLASSES LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO (LV_d) E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO (LVA_d)

Solos	Tratamentos				Total
	C0P1	C1P1	C0P0	C1P0	
LVA_d	0,188 a	0,174 a	0,251 b	0,232 b	0,211 A
LV_d	0,274 a	0,353 b	0,492 c	0,756 d	0,469 B
Total	0,231 a	0,264 b	0,372 c	0,494 d	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para o nível de significância de 5%.

C0 e P0 indicam sem calagem e sem fosfatagem, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

Os baixos valores de Kd apresentados pelo tiometoxam indicam tratar-se de composto com alto potencial de lixiviação em condições de campo na maioria dos solos estudados.

A sorção do tiometoxam nos minerais hematita e goethita sintéticos e caulinita é negligível. A sorção do tiometoxam nos solos depende do teor e da natureza da matéria orgânica presente nos mesmos.

A fosfatagem de amostras de dois Latossolos reduziu a sorção do tiometoxam nas mesmas, enquanto a calagem aumentou a sorção do composto no Latossolo Vermelho distrófico e não exerceu efeito no Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

ABSTRACT

SORPTION OF THE INSECTICIDE THIAMETHOXAM ON SOIL SAMPLES FROM LAVRAS-MG

This work was carried out to assess the sorption of thiamethoxam on samples of several soils from the region of Lavras, MG (Brazil), to allow an evaluation of its leaching potential under field conditions. The results showed low sorption of thiamethoxam in the studied soils of the region and a reasonable correlation between sorption coefficients and soil organic matter contents. Sorption/desorption isotherms were shown to be well fitted to Freundlich model, with $1/n$ values of about 0.9. Sorption coefficients of thiamethoxam on synthetic hematite and goethite, and on kaolinite were negligible. The effects of liming and phosphate fertilization of the soil on sorption of the compound varied regarding the soil type. The low sorption of thiamethoxam in the studied soils indicate a high leaching potential of this insecticide in these soils under field conditions, with risks of groundwater contamination.

KEY-WORDS: PESTICIDE; SOIL RETENTION; CLAY MINERALS; LIMING; PHOSPHATE FERTILIZATION.

REFERÊNCIAS

- ANASTÁCIO, A.S. **Interação de triadimenol com Latossolo Vermelho distrófico típico e com minerais de argila.** Lavras, 2003. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras.
- ANTUNES-KENYON, S.E.; KENNEDY, G. **Thiamethoxam:** a new active ingredient review. Boston: Massachusetts Pesticide Bureau, Department of Food Agriculture 2001. 37 p.

- 3 BAKER, J.M.; MIHELCIC, J.R.; SHEA, E. Estimating Koc for persistent organic pollutants: limitations of correlations with Kow. **Chemosphere**, v. 41, p. 813-817, 2000.
- 4 BRIGGS, G.G. Theoretical and experimental relationship between soil adsorption, octanol-water partition coefficients, water solubilities, bioconcentration factors, and the parachor. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.29, n. 6, p. 1050-1059, 1981.
- 5 BROMILOW, R.H.; BAKER, J.J.; FREEMAN, M.A.; GOROG, K. The degradation of aldicarb and oxamyl in soil. **Pesticide Science**, v.11, p. 371-378, 1980.
- 6 CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Gênesis, 1999. p. 69-89.
- 7 CARVALHO, R.F.; RIGITANO, R.L.O.; LIMA, J.L. Sorção e degradação do fungicida triadimenol em solos representativos do município de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, p. 332-341, 2002.
- 8 CHIOU, C.T. Roles of organic matter, minerals and moisture in sorption nonionic compounds and pesticides by soil. In: MacCARTHY, P.; CLAPP, C.E.; MALCOLM, R.L.; BLOOM, P.R. (Ed.). **Humic substances in soil and crop sciences: selected readings**. Madison: ASA/SSSA, 1990. p. 111-149.
- 9 DING, G.; NOVAK, J.M.; HERBERT, S.; XING, B. Long-term tillage effects on soil metolachlor sorption and desorption behavior. **Chemosphere**, v. 48, p. 897-904, 2002.
- 10 FELSOT, A.; DAHM, P.A. Sorption of organophosphorus and carbamate insecticides by soil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.27, n.3, p. 557-563, 1979.
- 11 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- 12 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- 13 FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000. p. 255-258
- 14 GAO, J.P.; MAGUHN, J.; SPITZAUER, P.; KETRUP, A. Sorption in the sediment of the teufelsweisher pond (Southern Germany). I Equilibrium assessments: effects of organic carbon content and pH. **Water Research**, v. 32, n. 5, p. 1622-1672, 1998.
- 15 GREEN, R.E.; KARICKHOFF, S.W. Sorption estimates for modeling. In: CHENG, H.H. **Pesticides in the soil environment: processes, impacts, and modeling**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p. 79-101.
- 16 HERWIG, U.; KLUMPP, E.; NARRES, H.; SCHWUGER, M.J. Physicochemical interactions between atrazine and clay minerals. **Applied Clay Science**, v. 18, p. 211-222, 2001.
- 17 IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Departamento de Qualidade Ambiental. **Manual de testes para a avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**. Brasília, 1990. 351 p.
- 18 KOSKINEN, W.C.; HARPER, S.S. The retention process: mechanisms. In: CHENG, H.H. (Ed.) **Pesticide in the soil environment: processes, impacts, and modeling**. Madison: Soil Science Society of America, 1990, p.51-78.
- 19 LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J.B. Comportamento de pesticidas em solos - fundamentos. In: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3. 430 p.
- 20 McBRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University Press, 1994. 406 p.
- 21 NÓBREGA, J.C.A.; LIMA, J. M.; GUERREIRO, M. C.; RIGITANO, R.L.O.; MORENO, S.A.C. Retenção do fungicida triadimenol em latossolos em razão da calagem e da fosfatagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p. 503-511, maio 2005.
- 22 NOVARTIS Crop Protection. **Determination of CGA 293343 and CGA 322704 by HPLC**. Basiléia, 1998. 46 p.
- 23 SINGH, N. Sorption behavior of triazole fungicides in Indian soils and its correlation with soil properties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 6434-6439, 2002.