

# Sorção Atrazine em Diferentes Classes de Solos

---

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

---

ARCHANGELO E.R.<sup>1</sup>, PRATES H.T.<sup>2</sup>, FERREIRA F.A.<sup>3</sup> e KARAM D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Fitotecnia-UFV, CEP 36571-000, Viçosa-MG, E-mail: earchangelo@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas-MG, <sup>3</sup>Professor do Dept. de Fitotecnia da UFV CEP 36571-000, Viçosa-MG.

Palavras-chave: lixiviação, herbicida, Freundlich, HPLC.

## Introdução

O conhecimento da sorção de herbicidas no solo é de extrema importância no manejo de plantas daninhas e na previsão de possíveis contaminações de águas superficiais e subterrâneas. Atrazine {2-cloro-4(etilamino)-6-(isopropilamino)-s-triazina} pertence ao grupo químico das triazinas, possui peso molecular 215,19 e solubilidade em água de 33 mg L<sup>-1</sup> a 22°C. Atrazine é geralmente aplicado em pré-emergência, podendo, também, ser utilizado em pós-emergência inicial, conforme a cultura e/ou marca comercial. No Brasil, é recomendado para as culturas de milho, cana-de-açúcar, sorgo e outras culturas perenes para o controle de diversas espécies de plantas daninhas dicotiledôneas e algumas gramíneas. As doses recomendadas para as culturas dependem das características físico-químicas do solo, sendo mais elevadas para solos mais argilosos e, ou, ricos em matéria orgânica. A disponibilidade de atrazine normalmente é pouco influenciada pelo pH em condições normais de solo. Com teores médios e altos de argila ou matéria orgânica atrazine é pouco lixiviado. Atrazine apresenta persistência média no solo nas condições climáticas tropicais e subtropicais, de cinco a sete meses (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998). Vários artigos relatam que atrazine e simazine, assim como seus produtos de degradação, estão entre os metabólitos mais detectados em lençóis freáticos nos EUA. Esse fato gerou inclusive a obrigatoriedade da referência acerca do potencial que esses herbicidas possuem de contaminação das águas subterrâneas em rótulos de embalagens comerciais nos EUA. No caso particular de atrazine, o número crescente de relatos de contaminação de mananciais hídricos subsuperficiais acima do limite de potabilidade (0,1 µg L<sup>-1</sup>) levou à redução da dose máxima recomendada na França de 3,0 para 1,5 kg ha<sup>-1</sup> e a proibição de seu uso na Alemanha, onde foi substituído pelo terbuthylazine (DOUSSET et.al., 1997 e OLIVEIRA JR, 1998). Em águas subterrâneas americanas a presença de atrazine é cerca de 10 a 20 vezes mais frequentes do que o segundo contaminante (HALLBERG, 1989). Atualmente, nos EUA o atrazine tem o uso controlado, sendo sua aplicação proibida em algumas áreas. No Canadá, os estudos constataram sua presença em poços, sendo que alguns apresentaram índices da ordem de 10 µg L<sup>-1</sup> de atrazine e um de seus metabólitos secundários (BELLUCK et al., 1991 e UETA et al., 2000). No Brasil o atrazine é um dos herbicidas mais utilizados na cultura do milho entretanto, poucas são as informações relacionadas ao seu comportamento no ambiente. O objetivo desse trabalho foi estudar a adsorção e dessorção de atrazine em diferentes solos foi.

## Material e Métodos

Amostras de Latossolo Vermelho distrófico (LVd) textura média; Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) textura argilosa; Latossolo Vermelho distrófico (LVd) textura argilosa e Gleissolo Melânico (GMd) textura média (Tabela 1) foram coletadas e pesadas (10 g para o LVd e o LRdf, 5 g para o perfil do LVd e 1,25 g para o GMd) em tubos de centrífugas de 50 mL. A cada amostra foram adicionados 10 mL do herbicida nas concentrações de 0,125; 0,250; 0,500; 1,000; 2,000 e 4,000 mg L<sup>-1</sup> em solução 0,01M de CaCl<sub>2</sub>, com duas repetições. As amostras foram agitadas por 24 h, centrifugadas por 10 min a 2200 rpm e o sobrenadante passado em filtro de membrana PVDF de 0,45 µm e analisado por cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC). A condição analítica utilizada constou da mistura metanol:água (6:4) como fase móvel, coluna de fase reversa (C-18) de 15 cm, fluxo de 1,0 mL min<sup>-1</sup>, loop de amostra de 50 µL e comprimento de onda (UV) de 240 nm. Os passos de dessorção foram conduzidos através da reposição do sobrenadante removido com o mesmo volume de CaCl<sub>2</sub> 0,01 M em cada tubo. Os passos de retirada do sobrenadante, reposição, resuspensão da mistura solo/solução e reequilíbrio no agitador horizontal por 24 h foram repetidos 3 vezes consecutivas. Após a cada passo, o sobrenadante foi filtrado em membrana de PVDF de 0,45 µm e analisado por HPLC, segundo metodologia descrito acima, para avaliar a percentagem de dessorção (24, 48 e 72 h). A determinação da concentração sorvida por grama de solo (C<sub>s</sub>, mg kg<sup>-1</sup> solo) foi calculada por diferença entre a concentração das soluções iniciais ou adicionadas (C<sub>i</sub>, mg L<sup>-1</sup>) e a concentração de equilíbrio (C<sub>e</sub>, mg L<sup>-1</sup>):  $C_s = (C_i - C_e) (v/m)$ , onde *v* é o volume de solução (mL) e *M* a quantidade de solo (g). A adsorção foi descrita pela isoterma de Freundlich:  $C_s = k_f \times C_e^{1/n}$ , onde *C<sub>s</sub>* é a quantidade adsorvida (mg kg<sup>-1</sup>), *k<sub>f</sub>* e *1/n* são constantes e *C<sub>e</sub>* é a concentração de equilíbrio (mg L<sup>-1</sup>). A dessorção (%) foi calculada pela diferença entre as quantidades adsorvidas (C<sub>s</sub>) e as quantificadas por HPLC (C<sub>e</sub>).

## Resultados e Discussão

As características físicas e químicas dos solos estudados estão apresentadas na Tabela 1. Os coeficientes de Freundlich determinados, *k<sub>f</sub>* e *1/n*, para atrazine nos solos estudados encontram-se nas Figuras 1 e 2. O valor de *k<sub>f</sub>* foi maior no solos GMd que apresenta maior teor de Carbono Orgânico (CO). Diversos autores tem verificado que solos com maiores teores de CO apresentam maiores adsorções de atrazine (PROCÓPIO et al., 2001; OLIVEIRA JR, 1998; CELIS et al., 1997). Nos solos LVdf e LVd os valores de *k<sub>f</sub>* foram menores comparados aos outros solos. Para o LVdf, o *k<sub>f</sub>* foi baixo possivelmente devido as suas argilas serem de baixa atividade e seu teor de CO intermediário, enquanto que para o LVd o alto teor de areia, o baixo teor de CO e argila são responsáveis por este menor *k<sub>f</sub>*. No perfil do LVd pode ser verificado uma diminuição da adsorção do atrazine com a profundidade, este fato deve se à diminuição do teor de CO com a profundidade, uma vez que a adsorção do atrazine correlacionou positivamente com o teor de CO, quando todos os solos foram analisados em conjunto (Figura 3A). Na figura 4 estão apresentadas as percentagens acumuladas de dessorção a 24, 48 e 72 horas, observa-se que esse processo é lento e que 75 a 81% do herbicida fica retido nas partículas dos solos após três sucessivas dessorções. Após 72 horas, observou-se que os percentuais acumulados de dessorção foram maiores nas camadas mais profundas do LVd textura argilosa (Figura 4A), no LVd textura média e no GMd (Figura 4B), enquanto que no LVdf e na camada superior do LVd textura argilosa o percentual total foi menor. Foi verificado para percentagem de dessorção total (72 h) no LVd textura argilosa uma correlação negativa do atrazine com a profundidade (Figura 4B), este fato deve se à diminuição do teor de CO com a profundidade. Os resultados de

dessorção indicam maior tendência à lixiviação do atrazine na seguinte ordem: LVd a partir de 60 cm, GMd, LVd (30-60cm), LVd textura arenosa, LVd (0-30cm) e LVdf. Os resultados de dessorção indicam que a sorção não é um fator isolado para prever a lixiviação de pesticidas em solos.

#### Literatura Citada

- BELLUCK, D.A., BENJAMIN, S.L., DAWSON, T. Groundwater contamination by atrazine and its metacolites: Risk assessment, polict, and legal implications. In: SOMASUNDARAM, L. COAST J.R. **Pesticide transformation products: Fate and significant in the environment**. American Chemical Socirty, Washington, 1991.
- CELIS, R.; CORNEJO, J.; HERMOSIN, M.C.; KOSKINEN, C. Sorption-desorption of atrazine and simazine by soil colloidal components. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.61, p.436-443, 1997.
- DOUSSET, S., MOUVET, C., SCHIAVON, M. Degradation of [<sup>14</sup>C]Terbutylazine and [<sup>14</sup>C]Atrazine in laboratory soil macrocosms. **Pesticide Science**, v.49, p.9-16, 1997.
- HALLBERG, G.R. Agr. Ecosys. Enviroin. 1989. v.26, p. 229-367
- OLIVEIRA JR, R.S. **Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 83p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- PROCÓPIO, S.O.; PIRES, F.R.; WERLANG, R.C.; SILVA, A.A; QUEIROZ, M.E.L.R.; NEVES, A.A.; MENDONÇA, E.S.; SANTOS, J.B.; EGREJA FILHO, F.B. Sorção do herbicida atrazine em complexos organominerais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.391-400, 2001.
- RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. 4 ed. Londrina, IAPAR, 1998. 648p.
- UETA, J.; PEREIRA, N.L.; SHUHAMA, I.K.; CERDEIRA, A.L. **Biodegradação de herbicidas e biorremediação. Microrganismos degradadores de herbicidas atrazina**. [http://www.biotecnologia.com.br/10\\_i.htm](http://www.biotecnologia.com.br/10_i.htm) . Consultado em 11 de fevereiro de 2000.

Tabela 1 . Principais características físicas e químicas <sup>1/</sup> dos solos utilizados neste estudo. Sete Lagoas, MG.

Classe	Prof. cm	pH	CO	CTC	S.B.	Argila	Silte	Areia
			dag kg <sup>-1</sup>	Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				
LVd	0-15	5,3	2,41	8,44	22,99	73	18	9
LVd	15-30	5,0	1,91	8,37	8,36	73	18	9
LVd	30-45	5,0	1,65	8,34	4,08	73	17	10
LVd	45-60	5,2	1,40	6,83	3,81	74	16	10
LVd	60-75	5,2	1,23	6,88	2,47	69	22	9
LVd	75-90	5,2	1,11	6,34	1,89	75	16	8
LVd	90-105	5,2	1,14	6,11	1,64	72	20	8
LVd	105-120	5,2	1,07	5,58	1,43	75	16	9
LVdf	0-15	5,1	1,62	10,15	30,64	68	13	19
LVd	0-15	6,6	0,68	8,31	80,99	22	04	74
GMd	0-15	4,5	8,53	21,76	18,20	44	45	11

<sup>1/</sup> Análises realizadas nos laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Prof.: Profundidade de amostragem; CO: Carbono Orgânico; SB: Saturação de Bases; CTC: Capacidade de Troca Catiônica

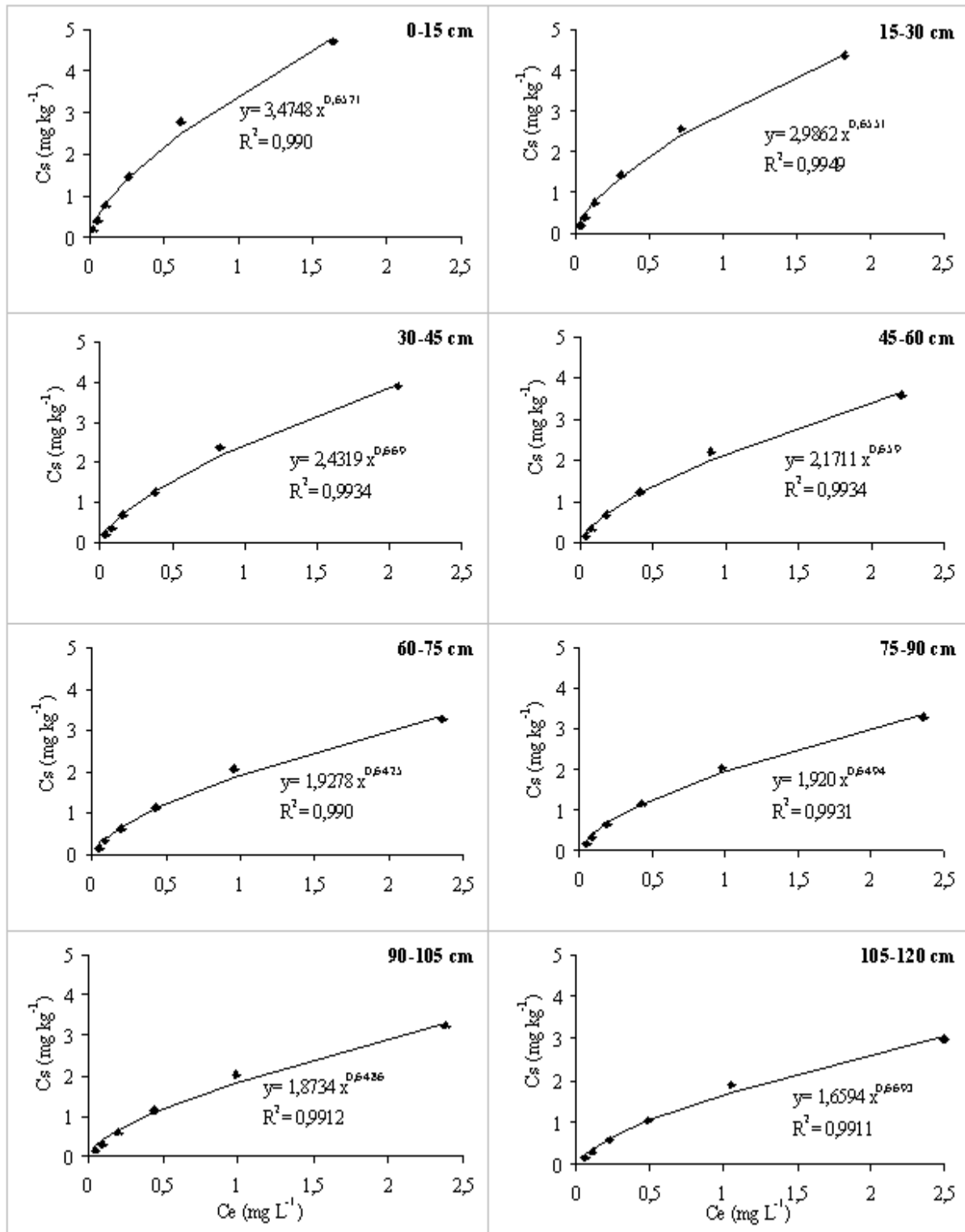


Figura 1. Isothermas de sorção de atrazine do perfil do LVd. Sete Lagoas, MG.

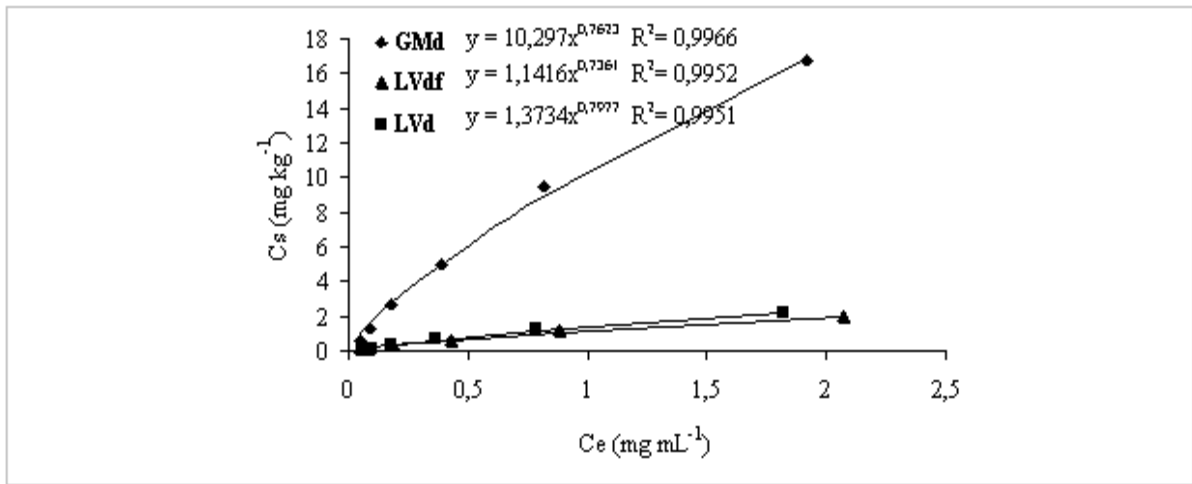


Figura 2. Isothermas de sorção de atrazine nos solos GMd, LVdf e LVd. Sete Lagoas, MG.

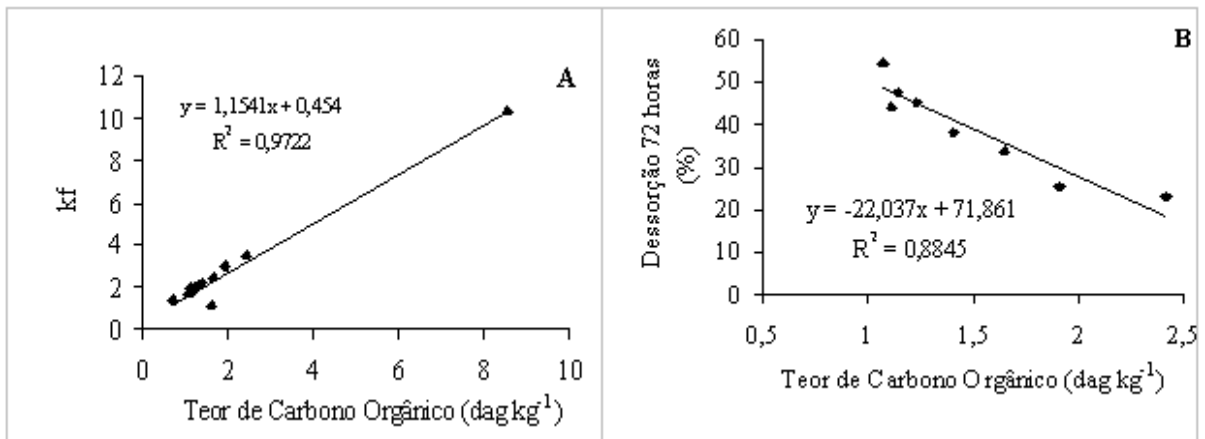


Figura 3. Relação entre  $k_f$  com o teor de carbono orgânico dos solos estudados (A) e relação entre percentagem total de desorção após 72 horas com o teor de carbono orgânico no perfil de LVd (B). Sete Lagoas, MG.

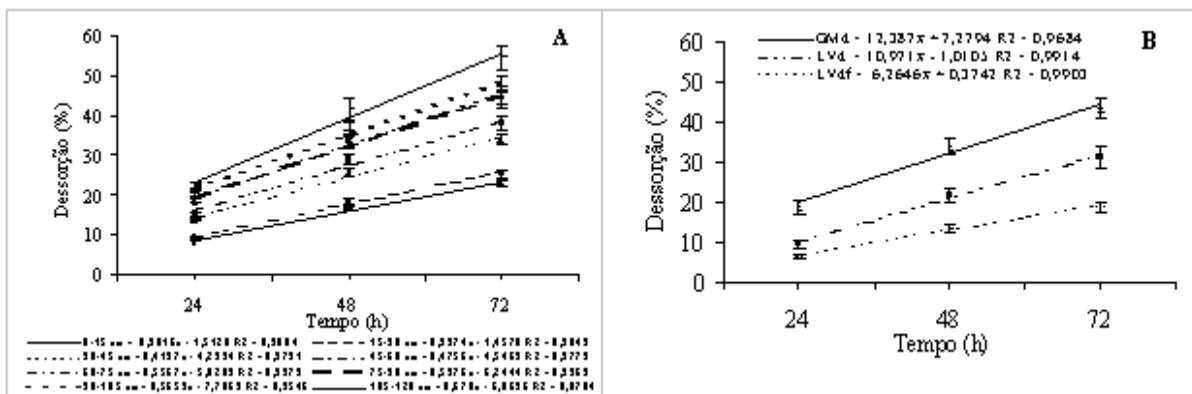


Figura 4. Médias referentes à percentagens acumuladas de dessorção de atrazine no perfil do LVd textura argilosa (**A**), do LVdf, do LVd textura média e do GMd (**B**) às 24, 48 e 72 horas. Sete Lagoas, MG.

---

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

---