

SORÇÃO DO AMETRYN EM DIFERENTES LATOSSOLOS

SILVA; L. L.¹, SILVA; L. O. C.², ROCHA; P. R. R.³, COELHO; A. T. C. P⁵, SILVA; A. A.⁴, D'ANTONINO; L.⁶.

¹Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-1164, luciano.lope.silva@gmail.com

²Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-1164, leandra.silva@ufv.br

³Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-1164, paulo.rocha@ufv.br

⁴Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-2617, alex.coelho@ufv.br

⁵Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-1164, aasilva@ufv.br

⁶Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-1139, leonardo@ufv.br

Resumo

O risco de contaminação ambiental tem gerado crescente preocupação com a movimentação dos agroquímicos no perfil dos solos e, em consequência disto diversas pesquisas sobre o comportamento desses xenobióticos no ambiente têm sido desenvolvidas. Objetivou-se com este trabalho estimar a sorção do ametryn em quatro solos (Latossolo Vermelho-Amarelo - LVA, Latossolo Vermelho-Amarelo húmico - LVAh, Latossolo Vermelho - LV e em Latossolo Amarelo - LA), com diferentes valores de pH, por meio de ensaios biológicos. Para isso, foram realizados experimentos específicos para cada substrato (solos e areia lavada) aplicando-se doses crescentes do ametryn, cultivando-se em seguida a espécie indicadora pepino (*Cucumis sativus*). Todos os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Aos 21 dias após emergência das plantas indicadoras procedeu-se a colheita dessas determinando-se a dose do herbicida que reduziu em 50% o acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas. A partir dos dados obtidos calculou-se a razão de sorção do ametryn nos solos em relação ao substrato inerte (areia lavada). Concluiu-se que o teor de matéria orgânica e o pH dos solos influenciaram a sorção do ametryn, sendo observada a seguinte ordem decrescente das razões de sorção: LVAh pH 4,8 > LVA pH 5,40 > LVA pH 6,11 > LVAh pH 6,24 > LV pH 5,00 > LA pH 6,30 > LV pH 6,06.

Palavras-chave: Herbicida, pH, sorção, bioensaio, solo.

Abstract

The risk of environmental contamination has been generating growing concern with the movement of the agrochemicals in the profile of the soils and, as a consequence of this several researches about the behavior of those xenobiotic in the environment have been developed. The objective of this work was to evaluate the ametryn sorption in four soils (red-yellow latosol - LVA, red-yellow humic latosol - LVAh, red latosol - LV, yellow latosol - LA), with different pH values by biological tests. For that, specific experiments were accomplished for each substratum (soils and washed sand) being applied increasing doses of ametryn in each substrate, cultivated to following the indicator specie cucumber (*Cucumis sativus*). All experiments were conducted in completely randomized design, with four replications. After 21 days of emergence of indicator plants, was made the harvest of those determining, on this occasion, the herbicide dose that decrease in 50% the dry matter accumulation above the ground of these plants. From the data obtained was calculated the sorption ratio of ametryn in the soils in relation inert substrate (washed sand). It was concluded that organic matter content and pH of the soils interfered the sorption process, being observed the following decreasing order of the sorption ratios: LVAh pH 4,8 > LVA pH 5,40 > LVA pH 6,11 > LVAh pH 6,24 > LV pH 5,00 > LA pH 6,30 > LV pH 6,06.

Keywords: herbicide, pH, sorption, bioassay, soil.

Introdução

A possibilidade de contaminação ambiental tem gerado crescente preocupação com a movimentação dos agroquímicos no perfil dos solos e, em consequência disto diversas pesquisas sobre o comportamento desses xenobióticos no ambiente têm sido desenvolvidas. Estudos de sorção e de meia-vida permitem estimar a movimentação desses compostos no solo e fazer

inferência sobre os riscos de contaminação dos recursos hídricos (Silva et al., 2007). A sorção é o fenômeno de atração e retenção das moléculas, ou íons na superfície dos sólidos, é um processo fundamental no comportamento dos compostos fitossanitários. Esses apresentam comportamento complexo que é resultante de numerosas interações com os constituintes das diferentes frações do solo, sendo que as frações orgânicas e argila são as que mais influenciam o processo de sorção e, conseqüentemente, na movimentação dessas moléculas no solo (Boivin et al, 2005). Em razão da grande variabilidade nas características físico-químicas dos solos, é esperado que a sorção varie de acordo com estas características (Firmino et al., 2008). Então, objetivou-se com este trabalho determinar a relação de sorção do ametryn em quatro solos com diferentes valores de pH e em substrato inerte.

Material e métodos

Foram utilizadas amostras de quatro solos coletadas nas profundidades de 0 a 20 cm, em diferentes localidades: Latossolo Amarelo (LA); Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA); Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico (LVAh); e Latossolo Vermelho (LV). Após as coletas, as amostras foram caracterizadas química e fisicamente (Tabelas 1 e 2). Foram elaboradas curvas de neutralização de acidez com CaCO_3 para cada solo. Visando corrigir possíveis deficiências em Ca e Mg nos solos que não receberam carbonatos para elevar o pH, aplicou-se a esses $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ e $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ até atingirem no mínimo $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} e $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg^{2+} . Posteriormente, os solos foram adubados com 300 mg dm^{-3} de P_2O_5 e a seguir homogeneizados. A partir destas etapas trabalhou-se com os solos nas seguintes condições: LVA pH 5,40, LVA pH 6,11, LVAh pH 4,8, LVAh pH 6,24, LV pH 5,00, LV pH 6,06 e LA pH 6,30.

Tabela 1. Resultados das análises químicas das amostras dos solos avaliados

Solo	pH		P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P-rem
	H ₂ O	KCl	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				-----%		dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹		
LVA	5,4	-	3,5	110	0,8	0,3	0,8	8,91	1,38	2,18	10,29	13	37	3,7	15,0
LVAh	4,8	-	2,0	46	0,6	0,7	1,4	10,73	1,42	2,82	12,15	12	50	4,3	48,2
LV	5,0	-	0,8	14	0,2	0,0	0,4	3,30	0,24	0,64	3,54	7	63	0,8	28,1
LA	6,3	-	9,6	110	2,9	1,0	0,0	1,32	4,18	4,18	5,50	76	0	2,2	50,5

Tabela 2. Resultados das análises físicas das amostras dos solos avaliados

Solo	A. Grossa	A. Fina	Silte	Argila	Classe Textural
	----- dag kg ⁻¹ -----				
LVA	15	12	4	69	Muito Argiloso
LVAh	23	13	5	59	Muito Argiloso
LV	36	36	1	27	Franco Argilo Arenoso
LA	60	19	1	20	Franco Arenoso

O potencial de sorção do ametryn foi estimado através do uso de bioensaio como método para definir a dose do herbicida que inibisse 50% de acúmulo de matéria seca pelas plantas indicadoras. Posteriormente, foram utilizados oito substratos (areia lavada e os solos em estudo sob diferentes valores de pH) isentos de herbicidas. A areia lavada foi previamente incubada com solução de hidróxido de sódio por 24 horas. Em seguida, foi incubada por mais 24 horas com solução de ácido clorídrico e lavada com água em abundância até atingir pH 6,5.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram constituídos pelos solos e doses crescentes do ametryn: LVA pH 5,40 (0, 500, 700, 800, 900, 1000 e 1100 g ha⁻¹); LVA pH 6,11 (0, 500, 700, 800, 900, 1000 e 1100 g ha⁻¹); LVAh pH 4,80 (0, 500, 750, 1000, 1250, 1750 g ha⁻¹); LVAh pH 6,24 (0, 500, 700, 800, 900, 1000 e 1100 g ha⁻¹); LV pH 5,00 (0, 200, 400, 500, 550, 600 e 650 g ha⁻¹); LV pH 6,06 (0, 100, 200, 250, 300, 350 e 500 g ha⁻¹), LA pH 6,30 (0, 50, 100, 200, 400 e 500 g ha⁻¹) e areia lavada (0, 15, 30, 60, 75 e 90 g ha⁻¹), com quatro repetições.

As unidades experimentais foram vasos com capacidade de 280 cm³ de substrato, onde foi semeada a espécie indicadora e posteriormente realizou-se aplicação do ametryn em na superfície dos vasos. O solo foi mantido próximo à capacidade de campo até a colheita do experimento aos 21

dias após o plantio (DAP). Além das irrigações diárias, as plantas foram tratadas com solução de complementação nutricional equilibrada para cada um dos substratos.

Na interpretação dos resultados, os valores de matéria seca da parte aérea foram comparados aos do tratamento sem herbicida, sendo submetidos à análise estatística, utilizando-se o modelo log-logístico não-linear proposto por Seefeldt et al. (1995): $Y = C + (D-C)/(1 + (X)^b/C_{50})$, em que C e D correspondem ao nível máximo e mínimo da curva de dose-resposta; b, ao declive da curva em torno do C_{50} ; e o C_{50} , à dose-resposta referente à redução de 50% da massa seca da parte aérea da planta indicadora. A partir dos dados obtidos de C_{50} em solo e areia, utilizou-se a equação $RS = (C_{50} - C_{50(\text{areia})})/C_{50(\text{areia})}$ para expressar a relação de sorção (RS) do solo em relação à resposta obtida em areia para a espécie indicadora (Souza, 1994). Considerou-se que valores de RS elevados indicam maior capacidade de sorção do herbicida estudado no solo e, conseqüentemente, menor potencial de lixiviação do composto no perfil do solo.

Resultados e discussão

As equações de regressão e coeficientes da matéria seca da parte aérea de pepino aos 21 dias após a emergência, em diferentes substratos estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Equações de regressão e coeficientes da matéria seca da parte aérea de pepino.

Substrato	Equação de Regressão	R ²
Areia	$\hat{Y} = -5,25017 \cdot \exp^{-005} + \frac{99,8986 - 5,25017 \cdot \exp^{-005}}{1 + \left(\frac{X}{76,0052}\right)^{-85,5616}}$	97,15
LA pH 6,30	$\hat{Y} = -11,5708 + \frac{106,4567 + 11,5708}{1 + \left(\frac{X}{358,8188}\right)^{6,6890}}$	99,10
LVA pH 5,4	$\hat{Y} = 13,0464 + \frac{96,7518 - 13,0464}{1 + \left(\frac{X}{941,0864}\right)^{11,7117}}$	96,53
LVA pH 6,11	$\hat{Y} = \frac{107,2234}{1 + \left(\frac{X}{861,0490}\right)^{13,1218}}$	98,94
LVAh pH 4,8	$\hat{Y} = \frac{89,881}{1 + \left(\frac{X}{1326,77}\right)^{-10,6648}}$	97,13
LVAh pH 6,24	$\hat{Y} = 0,5836 + \frac{88,9442 - 0,5836}{1 + \left(\frac{X}{858,596}\right)^{21,2113}}$	96,88
LV pH 5,00	$\hat{Y} = \frac{94,6775}{1 + \left(\frac{X}{519,1956}\right)^{7,0647}}$	94,11
LV pH 6,06	$\hat{Y} = -1,0923 + \frac{94,2574 + 1,0923}{1 + \left(\frac{X}{303,1781}\right)^{13,4163}}$	99,42

Considerando-se a relação de sorção em areia lavada igual a um, verificou-se que o C_{50} do ametryn neste substrato foi igual a 76,06 g ha⁻¹. No LA pH 6,30, o C_{50} foi de 358,82 g ha⁻¹. Para o LVA pH 5,40, calculou-se um C_{50} de 941,08 g ha⁻¹, já no mesmo solo com pH 6,11, o valor foi de 861,05 g ha⁻¹. Obteve-se C_{50} de 1.307,71 g ha⁻¹ no LVAh pH 4,8, e, o valor de 858,59 g ha⁻¹ nesse

solo com pH 6,24. No LV pH 5,00, foi de 519,19 g ha⁻¹, e em pH 6,06 obteve-se o valor de 303,18 g ha⁻¹. As relações de sorção calculadas para os diferentes substratos estão apresentadas na tabela 4.

Tabela 4. Dose de ametryn referente a redução de 50% da matéria seca da parte aérea de pepino (C₅₀) e Relações de Sorção (RS) nos substratos estudados.

Substrato	C ₅₀ (g ha ⁻¹)	RS
Areia	76,07	1,00
LVA pH 5,4	941,09	11,37
LVA pH 6,11	861,05	10,32
LVAh pH 4,8	1307,71	16,44
LVAh pH 6,24	858,60	10,29
LV pH 5,0	519,20	5,83
LV pH 6,06	303,18	2,99
LA pH 6,3	358,82	3,72

Ao se confrontar a relação de sorção nos diferentes solos, observou-se que ocorreu maior sorção do ametryn nos solos LVA e LVAh, os quais possuem maior teor de matéria orgânica (Tabela 2), em comparação aos demais. Brusseau e Rao (1989) ressaltam que a matéria orgânica é o principal material adsorvente do solo, uma vez que a mesma possui sítios tridimensionais que atuam na retenção de compostos iônicos e não iônicos. No LVAh a maior sorção do ametryn foi observada em pH 4,8, valor mais próximo ao pKa do herbicida (4,1). De acordo com Oliveira et al. (2005), maiores valores de sorção de herbicidas ionizáveis ocorre em valores de pH próximos ao seu pKa. É possível observar que o aumento do pH nos solos LVAh, LVA e LV promoveu a redução da relação de sorção do ametryn (Tabela 4). Isso significa que em maiores valores de pH a quantidade de herbicida disponível na solução do solo aumenta, corroborando a literatura (Silva et al. 2007; Andrade, 2008). A ordem crescente da relação de sorção do ametryn nos solos estudados foi LVAh pH 4,8 < LVA pH 5,4 < LVA pH 6,11 < LVAh pH 6,24 < LV pH 5,0 < LA pH 6,3 < LV pH 6,06.

Concluiu-se que a sorção do ametryn é influenciada pelo pH e teor de matéria orgânica do solo. Estes resultados indicam a necessidade do conhecimento das propriedades físicas e químicas do solo quando se pretende recomendar o ametryn.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

Literatura citada

ANDRADE S. R. B. **Avaliação da sorção, dessorção, meia vida e lixiviação do ametryn em Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo.** Viçosa, MG, 83p. 2008. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) Departamento de Química. Universidade Federal de Viçosa, 2008.

BOIVIN, A.; CHERRIER, R. SCHIAVON, M. A comparison of five pesticides adsorption and desorption processes in thirteen contrasting field soils. **Chemosphere**, v. 61, p. 668–676, 2005.

BRUSSEAU, M. L.; RAO, P. S. C. The influence of sorbate-organic matter interactions on sorption nonequilibrium. **Chemosphere**, v. 18 n. 9/10, p. 1691-1706, 1989.

FIRMINO, L. E. et al. Movimento do herbicida imazapyr no perfil de solos tropicais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 395-402, 2008.

LOPES, N. P. et al. Influência da matéria orgânica na adsorção do fungicida triadimenol pelo solo. **Química Nova**, v. 25 p. 544-547, 2002.

OLIVEIRA, M. F. et al. Sorção e hidrólise do herbicida Flazasulfuron. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p. 101-113, 2005.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, v.9, p.218-227, 1995.

SILVA, A.A. et al. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Ed. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 189-248.

SOUZA, A. P. **Atividade de oxyfluorfen, 2,4-D e glifosate em solos de diferentes texturas na presença e na ausência de composto orgânico**. Viçosa - MG, UFV. (Dissertação de mestrado), 71p. 1994.