

106 - ADSORÇÃO DE ATRAZINA EM TRÊS TIPOS DE SOLOS TROPICAIS NO BRASIL

Atrazine adsorption in three types of tropical soils in Brazil

DORNELAS DE SOUZA, M.* (Embrapa Meio Ambiente, dornelas@cnpma.embrapa.br); FERRACINI, V.L. (Embrapa Meio Ambiente, veraf@cnpma.embrapa.br); GOMES, M.A.F (Embrapa Meio Ambiente, gomes@cnpma.embrapa.br); BOEIRA, R.C. (Embrapa Meio Ambiente, rcboeira@cnpma.embrapa.br); CERDEIRA, A.L. (Embrapa Meio Ambiente, cerdeira@cnpma.embrapa.br)

RESUMO: Estudou-se a adsorção do herbicida atrazina em três solos de Ribeirão Preto/SP: Latossolo Vermelho-distrófico (LVd), Latossolo Vermelho-distroférrico (LVdf) e Neossolo Quartzarênico (RQ). Ajustaram-se isoterma de adsorção pelos modelos linear, Freundlich, Lambert e Langmuir, para duas profundidades: 0-10cm e 10-20cm. Nos três tipos de solo, o melhor ajuste foi obtido com o modelo de Lambert, escolhido com base nos seguintes critérios estatísticos: quadrado do coeficiente de correlação entre valores observados e preditos (R^2), quadrado médio do erro (QME), . Os coeficientes de adsorção (K_d), K_{OC} e K_{OM} do herbicida variaram de 0,683 a 2,446; de 70,17 a 541,9 e de 40,70 a 314,32 L kg⁻¹, respectivamente, tendo ocorrido correlação significativa entre os valores de K_d e teor de carbono orgânico dos solos e (K_d) com teor de argila.

Palavras-chave: Atrazina, solo, adsorção.

Key words: Atrazine, soil, adsorption.

INTRODUÇÃO

Na situação simples de isoterma linear ($Y = bX$), esta é descrita pela equação $X/M = K_d \cdot Ce$, onde X/M é a quantidade de herbicida adsorvido por unidade de adsorvente M , Ce é a concentração do pesticida na solução após o equilíbrio, e K_d é o coeficiente de partição do soluto entre a solução e a superfície sólida (USEPA, 1975).

A isoterma de Lambert (Lambert, 1967) é expressa como uma função polinomial ($Y = bX + cX^2$) da concentração de equilíbrio, dada pela equação: $X/M = K_1 \cdot Ce + K_2 \cdot Ce^2$, onde K_1 e K_2 são constantes. A constante K_1 deste modelo é a estimativa do K_d do produto. A isoterma de Langmuir foi inicialmente descrita para estudos de adsorção de gases em superfícies homogêneas, com uma quantidade máxima adsorvida em monocamada e sem interações moleculares laterais. Sua expressão matemática é: $Y = bP/(a + bP)$, onde Y é a cobertura fracional do gás, P é a pressão do composto gasoso, a e b são constantes. Para adsorção sobre superfícies homogêneas, em fase líquida, a isoterma de Langmuir pode ser obtida por analogia com o modelo para gás. Neste caso, a quantidade de soluto adsorvida X/M é relacionada com a solução de equilíbrio Ce pela equação: $X/M = (kK_L Ce)/(1+kCe)$, onde k e K_L são duas constantes (Calvet, 1989). Para superfícies heterogêneas com sítios de diferentes energias de adsorção, Giles et al. (1960) sugeriram escrever o parâmetro k de Langmuir como uma função da quantidade adsorvida X/M ou da concentração da solução de equilíbrio Ce , onde $k = wCe^\beta$, com w e β como constantes. Isto gera uma isoterma expressa pela equação: $X/M = (K_L w Ce^{(\beta+1)})/(1+wCe^{(\beta+1)})$, que apresenta dois casos particulares. Quando $\beta = 0$, a equação acima corresponde à de Langmuir para baixas concentrações, tornando-se: $X/M = (K_L \cdot w \cdot Ce)/(1+w \cdot Ce)$, onde K_L e w são constantes do modelo e $K_L w$ é a estimativa de K_d do produto. O outro caso particular ocorre quando $wCe^{(\beta+1)} \ll 1$, isto implica numa equação do tipo $X/M = K_L w Ce^{(\beta+1)}$ que é o modelo de Freundlich (Calvet, 1989) dado por $X/M = K_f \cdot Ce^{1/n}$, com $K_f = wK_L$ e $1/n = \beta+1$, onde K_f é a constante de Freundlich e $1/n$ é um índice da intensidade de adsorção. Alguns autores adotam no lugar de $1/n$ o N ($X/M = K_f \cdot Ce^N$).

Segundo USEPA, (1975) valor de K_d varia muito de um a outro solo, e como existe alta correlação entre este coeficiente e os teores de carbono orgânico e matéria orgânica do solo, os dados de adsorção podem ser padronizados, para facilitar a comparação entre solos, utilizando-se os coeficientes K_{OM} e K_{OC} . K_{OM} é o coeficiente de distribuição de uma dada substância por unidade de matéria orgânica e K_{OC} é o coeficiente de distribuição de uma dada substância por unidade de carbono orgânico: $K_{OM} = (K_d / \%MO) \cdot 100$, onde $\%MO$ = percentagem de matéria orgânica do solo e $K_{OC} = (K_d / \%CO) \cdot 100 = K_{OM} \cdot 1,724$, onde 1,724 é o fator de Van Bemmelen e $\%CO$ = percentagem de carbono orgânico do solo. De acordo com a mesma fonte (USEPA, 1975) a utilização de K_{OC} reduz a variação encontrada nas características adsorptivas de diferentes solos, permitindo que se comparem adsorções relativas de herbicidas no solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quadro 1. pH em água e em CaCl₂, carbono orgânico e condutividade hidráulica do solo saturado (K_{sa}) em Latossolo Vermelho-distroférico (LVdf), Latossolo Vermelho-distrófico (LVd) e Neossolo Quartzarênico (RQ), em duas profundidades.

Solo	Profundidade.	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Carbono orgânico	K _d	K _{oc}	K _{OM}
	cm						
LVdf	0-10	5,4	4,8	18,1	2,446	135,14	78,38
	10-20	5,9	5,4	17,0	2,4248	142,63	82,73
LVd	0-10	5,7	5,1	11,7	0,821	70,17	40,70
	10-20	5,9	5,3	10,1	1,5152	150,02	87,02
RQ	0-10	7,3	6,2	2,8	0,683	243,92	141,48
	10-20	7,3	6,4	2,1	1,138	541,90	314,32

Quadro 2. Estimativas dos parâmetros para os quatro modelos empíricos ajustados e critérios estatísticos utilizados na sua avaliação, no estudo da adsorção de atrazina em três solos de Ribeirão Preto/SP: Neossolo Quartzarênico (RQ), Latossolo Vermelho-distrófico (LVd) e Latossolo Vermelho-distroférico (LVdf), nas profundidades 0-10cm e 10-20cm.

Modelo	Parâmetro	RQ		LVd		LVdf	
		0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
Linear							
X/M = KdCe	R ²	0.960	0.970	0.970	0.970	0.960	0.970
Ou	QME	0.142	0.311	1.427	0.780	2.660	2.340
Y = b X	a	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	b	0.4717	0.8463	1.210	0.775	1.500	1.516
Lambert							
X/ M = K ₁ Ce+K ₂ Ce ²	R ²	0.990	0.990	0.980	0.996	0.990	0.990
	Ou	QME	0.045	0.172	1.114	0.099	0.236
Y = bX + c X ²	a	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	b	0.683	1.138	0.821	1.215	2.446	2.425
	c	-0.022	-0.032	0.041	0.042	-0.1002	-0.097
Freundlich							
X/M = KfCe ^{1/n}	R ²	0.980	0.990	0.670	0.670	0.980	0.990
	ou linearizado	QME	0.014	0.009	0.398	0.464	0.015
LnX/M							
=LnKf+1/nLnCe	a	-0.1555	0.3345	0.9646	0.8674	1.2197	1.2818
Ou	b	0.7279	0.7666	0.6138	0.6885	0.7570	0.7423
Y = a + b X							
Langmuir							
X/M=(K _L wCe)/(1+wCe)	R ²	0.027	0.93	0.809	0.814	0.990	0.990
	ou linearizado	QME	1.062	0.018	0.051	0.079	0.0006
1/(X/M)=1/(K _L wCe)+1/K _L	a = 1/K _L	1.1012	0.2950	-0.0056	-0.0715	0.0155	0.0356
ou	b = 1/K _L w	0.4080	1.1139	0.4428	0.6055	0.4085	0.3541
Y = bX + a							

R²: quadrado do coeficiente de correlação entre valores observados e preditos; QME: quadrado médio do erro; a, b, c: estimativas dos parâmetros dos modelos.

Pelos critérios utilizados o modelo de Lambert apresentou-se como o mais adequado

LITERATURA CITADA

- CALVET, R. Adsorption of organic chemicals in soils. Environ. Health Perspect., 83:145-77,1989.
- GILES, C.H.; Mc EWANS, T.H.; NAKHWA, S.N. & SMITH, D. Studies in adsorption. Part XI. A system of classification of solution adsorption isotherms and its use in diagnosis of adsorption mechanisms and in measurement of specific areas of solids. J. Chem. Soc., 3:3973-3993, 1960.
- LAMBERT, S.M. Functional relationship between sorption in soil and chemical structure. J. Agr. Food. Chem., 15:572-576, 1967.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for registering pesticides in United States. Federal register, v.40, n. 123, p.26881-26888, 1975.