

ISOTERMA DE ADSORCIÓN DEL HERBICIDA 2-METIL-4-CLOROFENOXIACÉTICO ÁCIDO EN FASE ACUOSA EN SUELO

Andrea N. Pila¹, Mariela I. Profeta¹, Jorge. M. Romero¹, Nelly. L. Jorge¹

¹ Laboratorio de Investigaciones en Tecnología Ambiental, Área de Química Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad del Nordeste, 3400 Corrientes, Argentina
e-mails: andreanatalia_87@hotmail.com.ar

➤ **Introducción:**

El fuerte carácter agrícola de determinadas regiones de Corrientes y el uso masivo de pesticidas son poderosas razones para llevar a cabo un seguimiento cuidadoso de los niveles de residuos de plaguicidas no sólo de agua superficial, sino también en las aguas subterráneas. Aunque estas últimas están más protegidos de la contaminación por la barrera natural del suelo y la zona no saturada, no hay que negar su posible contaminación, especialmente de herbicidas e insecticidas polares de gran movilidad en los suelos. Los compuestos como el ácido fenoxiacético pueden llegar a contaminar las aguas subterráneas. A lo antes mencionado hay que añadir que sus productos de degradación, en general, son más móviles que los compuestos de partida. Los herbicidas de la familia de los ácidos tales como el ácido fenoxiacético 2-metil-4-clorofenoxiacético (MCPA), son herbicidas hormonales. Son usados principalmente para controlar las malas hierbas en cultivos. Aunque su toxicidad es moderada en comparación con los pesticidas organofosforados y órganos clorados, es crucial controlar sus residuos, sobre todo en el agua y el suelo, ya que pueden afectar de manera irreversible el sistema nervioso cuando son adsorbidos por la piel y la inhalación del producto puede causar mareos y problemas respiratorios. [1] El MCPA contiene una estructura fenólica lipofílica y por lo tanto se convierte en una sustancia modelo para estudiar los procesos de adsorción-desorción. [2-4]

En este trabajo se han realizado algunas experiencias destinadas a la obtención de los coeficientes de adsorción del herbicida MCPA en muestras de suelos de alto contenido de materia orgánica, en zonas de cultivo de arroz.

➤ **Materiales y Métodos:**

Preparación de la muestras de suelo: Los suelos utilizados en el estudio provienen de la localidad de Itatí, Corrientes. El muestreo se realizó en el invierno de 2013 a diferentes profundidades para diferenciar los horizontes afectados por el trabajo del suelo.

Las muestras se colocaron en frascos de vidrio de boca ancha y se los conservo a 4°C hasta su análisis. Antes de la experiencia las muestras se secaron y pasaron por un tamiz para retener partículas de suelo de menos de 2 mm.

Estudios en equilibrio BATCH: alícuotas de cuarenta mililitros de soluciones acuosas que contenían concentraciones crecientes de los compuestos MCPA se añadieron a porciones

de 1 g de suelo en matraces de 125 mL. Las concentraciones MCPA oscilaron desde 60,0 hasta 1.080,0 mg/L. El pH original de las suspensiones de suelo fue de 6,8 sin ningún ajuste de pH. Los matraces se agitaron continuamente en un agitador a temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.) durante 24 horas. Los suelos se separaron luego por centrifugación a alta velocidad durante 20 minutos y la concentración de MCPA en el equilibrio se determinó en el sobrenadante por el método de HPLC, previa separación mediante técnicas de extracción en fase solida (SPE).

➤ **Resultados y Discusión:**

Determinación de los parámetros de equilibrio: Por medio de cuadrados mínimos se obtuvieron las ecuaciones de regresión lineal y con ella se determinaron los parámetros de los diferentes modelos de equilibrio estudiados, se realizó con el software GRAPHER.

Determinación de los modelos de equilibrio: Cuatro modelos de equilibrio fueron aplicados: *Freundlich*, *Langmuir*, *Temkin* y *Dubinin-Radushkevich* a los datos experimentales, para obtener el que mejor se ajuste y describa el comportamiento del herbicida de estudio en la adsorción en suelo. A través de los diferentes modelos se calcularon las diferentes constantes que se muestran en la tabla 1 y figura 1.

Tabla 1. Valores de los parámetros de equilibrio de los cuatro modelos estudiados.

modelo de isoterma	Freundlich			Langmuir			Dubinin-Radushkevich			Temkin		
	K_d (ppm/g) ^{1/n}	n	R ²	q_m (ppm/g)	$K_L \times 10^{-4}$ (ppm) ⁻¹	R ²	q_m (ppm/g)	$\beta \times 10^{-3}$	R ²	A (L/g)	B (J/mol)	R ²
Suelo	0.163	1.21	0.997	175.89	3.96	0.966	40.00	4.06	0.962	27.62	17.92	0.960

La aplicabilidad de los modelos de isotermas para ajustar los datos de adsorción fue juzgada por los coeficientes de correlación.

De acuerdo al coeficiente de correlación el que mejor se ajusta a los datos experimentales es el de la isoterma de Freundlich. Esto a la vez se puede comprobar al aplicar el modelo a los datos experimentales. (Figura 1)

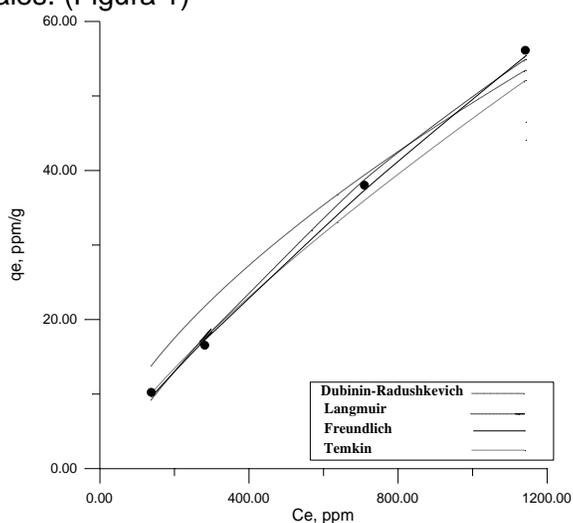


Figura 1. Diferentes modelos de isoterma aplicado al suelo.

➤ **Conclusión:**

En este trabajo fue posible determinar varios tipos de parámetros a partir de diferentes modelos de adsorción encontrándose que el modelo de Freundlich conduce a un error relativo promedio pequeño (5-7%). Varios aspectos conducen a discriminar entre los modelos estudiados: coherencia entre los resultados, análisis de la varianza de los parámetros de los modelos y las hipótesis físicas que sirvieron para construir los modelos. Así de los cuatro modelos estudiados el modelo de Freundlich presenta suficiente precisión y pudo ser considerado físicamente exacto.

El modelo de Freundlich dio un valor de constante n mayor que 1, pero no lo suficiente para que la tierra absorbiera el herbicida, lo que podría indicar que pasaría fácilmente a las aguas subterráneas ocasionando contaminación.

➤ **Referencias**

[1] Crespín MA, Gallego M, Valcárcel M, (2001). Study of the degradation of the herbicides 2,4-D and MCPA at different depths in contaminated agricultural soil. *Environ. Sci. Technol.*, 35: 4265-4270.

[2]. Bolan NS, Baskaran S, (1996) Biodegradation of 2,4-d herbicide as affected by its adsorption-desorption behavior and microbial activity of soils. *Aust. J. Soil Res.*, 34: 1041-1053.

[3]. Socías-Viciano MM, Fernández-Pérez M, Villafranca-Sánchez M, González-Pradas E, Flores-Céspedes F, (1999) Sorption and leaching of atrazine and MCPA in natural and peat-amended calcareous soils from Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47/ 1236-1241.

[4] Jensen PH, Hansen HCB, Rasmussen J, Jacobsen OS. (2004). Sorption-controlled degradation kinetics of MCPA in soil. *Environ. Sci. Technol.* 38:6662-6668.