

Comunicaciones SEA 2001 – Baeza (Jaén)

---

**SOCIEDAD  
ESPAÑOLA DE ARCILLAS**

---

## **ENSAYO DE DIVERSAS FORMULACIONES DEL HERBICIDA HEXAZINONA CON ORGANOARCILLAS PARA DISMINUIR LAS PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN**

**Celis R, Facenda G, Hermosín MC, Cornejo J**

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC.

---

El carácter hidrofílico y con carga permanente negativa de la superficie de los minerales de la arcilla confiere a estos materiales un elevado poder de adsorción para especies catiónicas y de elevada polaridad, aunque para moléculas orgánicas hidrofóbicas la capacidad de adsorción suele ser considerablemente menor (1). Un procedimiento para mejorar las propiedades adsorbentes de las arcillas para moléculas neutras e hidrofóbicas consiste en sustituir los cationes de cambio inorgánicos originales del mineral por grandes cationes orgánicos, por ejemplo del tipo alquilamonio, lo cual cambia la naturaleza de la superficie de hidrofílica a hidrofóbica y aumenta la afinidad de la misma hacia compuestos orgánicos (2,3). El estudio de las arcillas resultantes tras este tipo de transformación (organoarcillas) ha recibido en los últimos años una gran atención por la posible aplicación de estos adsorbentes tanto en la remediación como en la prevención de la contaminación por contaminantes orgánicos hidrofóbicos (3-5). Una de las aplicaciones de mayor interés radica en el uso de las organoarcillas como soportes en formulaciones de liberación lenta de plaguicidas para reducir el impacto de estos contaminantes en el medio ambiente.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio encaminado a evaluar la utilidad de una montmorillonita saturada con un catión orgánico de elevado tamaño, el hexadeciltrimetilamonio, para actuar como soporte en formulaciones de liberación lenta del herbicida hexazinona y reducir sus pérdidas por lixiviación. El uso de este herbicida supone un alto riesgo de contaminación de aguas subterráneas ya que se trata de un compuesto muy móvil debido a su

elevada solubilidad en agua (33 g/l). Se han preparado formulaciones del herbicida con la organoarcilla con dos contenidos de herbicida diferentes (10% y 20%) y se ha evaluado la capacidad de la organoarcilla para disminuir la velocidad de liberación del herbicida y de reducir sus pérdidas por percolación, ensayando además la efectividad biológica de las formulaciones preparadas. Se presentan además los resultados de la utilización de una formulación de organoarcilla en condiciones de campo para demostrar su validez en condiciones reales.

## **Métodos**

La organoarcilla utilizada (HDTMA-SA) se preparó a partir del tratamiento de una montmorillonita de Arizona (SAz-1) con una disolución etanol:agua (1:1) que contenía una cantidad de cloruro de hexadeciltrimetilamonio (HDTMA) igual a la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla (120 cmol/kg). Se prepararon tres tipos de formulaciones organoarcilla-hexazinona cada una de ellas con dos contenidos de herbicida diferentes (10% y 20%): i) una mezcla física (MF) del adsorbente y el herbicida; ii) un complejo de asociación débil (CD), en el que se favoreció la interacción entre el adsorbente y el herbicida por la adición de 2 ml de metanol a 1 g de mezcla física y iii) un complejo de asociación fuerte (CF), tras la adición de 10 ml de metanol a 1 g de mezcla física y agitación durante 24 h. Todas las formulaciones se dejaron secar y se molieron en un mortero de ágata antes de usarse en los diferentes experimentos. A partir de los complejos preparados, se obtuvieron las cinéticas de liberación del herbicida en agua y las curvas de lixiviación en columnas de suelo, comparando los resultados con el comportamiento de la formulación comercial sin organoarcilla. Asimismo, se ensayó la actividad como herbicida de todas las formulaciones por medio de bioensayos realizados con berro (*lepidum sativum*). El estudio se completó con un experimento de campo en el que se estudió la movilidad y la actividad biológica de una formulación de organoarcilla en parcelas de campo.

## Resultados

Todas las formulaciones del herbicida hexazinona preparadas a partir de la organoarcilla HDTMA-SA dieron lugar a una liberación lenta del herbicida en agua en comparación con la liberación casi instantánea observada a partir de la formulación comercial (Figura 1a). La velocidad de liberación dependió del tipo de preparación (liberación inicial: comercial > MF > CD > CF) y de la relación arcilla:herbicida de las formulaciones, siendo la liberación más lenta en el caso de las formulaciones con mayor contenido en organoarcilla. Los experimentos de lixiviación en columnas de suelo pusieron de manifiesto un achatamiento de las curvas de elución, un desplazamiento del pico de máxima concentración hacia mayores volúmenes de agua añadidos y una mayor asimetría de las curvas en comparación con el producto comercial, indicando una menor lixiviación del herbicida por la presencia de la organoarcilla (Figura 1b). De acuerdo con los resultados de las cinéticas de liberación, en los resultados de lixiviación también se observó una influencia tanto del tipo de preparación como de la relación arcilla:herbicida de las formulaciones, ya que las concentraciones de hexazinona en los lixiviados disminuyeron en el orden: comercial > MF > CD y fueron menores para los complejos al 10% que para los del 20%. Por otra parte, los estudios de efectividad biológica realizados con berro no mostraron diferencias significativas entre la efectividad como herbicida de las formulaciones con organoarcilla y la efectividad de la formulación comercial a dosis de aplicación similares a las que se utilizan habitualmente para hexazinona en el campo.

Los resultados anteriores, ratificados por resultados de movilidad y efectividad biológica obtenidos en condiciones de campo, demostraron la validez del uso de organoarcillas para reducir las pérdidas por percolación de herbicidas de elevada movilidad, como la hexazinona, manteniendo la efectividad biológica del herbicida a dosis similares a las recomendadas para el producto libre en el campo. Una buena selección del tipo de preparación y de la relación arcilla:herbicida de las formulaciones puede ser además una buena estrategia

para conseguir la velocidad de liberación del herbicida deseada así como para controlar su movimiento vertical.

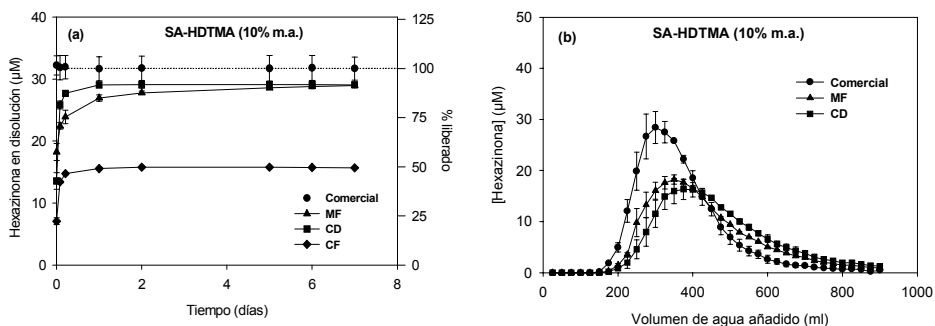


Figura 1. (a) Cinéticas de liberación en agua y (b) curvas de lixiviación en columnas de suelo para formulaciones de hexazinona basadas en organoarcilla y para el producto comercial.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de la CICYT AMB96-0445CO2-01 y por el Grupo PAI RNM-124 de la Junta de Andalucía.

## Referencias:

- (1) Motland MM (1970) *Adv Agron* 23: 75-117
- (2) Boyd SA, Shaobai S, Lee JF, Mortlan MM (1988) *Clays Clay Miner* 36: 125-130
- (3) Hermosín MC, Cornejo J (1992) *Chemosphere* 24:1493-1503
- (4) Mortland MM, Shaobai S, Boyd SA (1986) *Clays Clay Miner* 34: 581-585
- (5) Undabeytia T, Nir S, Rubin B (2000) *J Agric Food Chem* 48: 4767-4773

*Recibido el 8 de agosto de 2001*

*Aceptado el 10 de septiembre de 2001*