

MUTAGENICIDAD Y ECOTOXICIDAD DE ENMIENDAS ORGÁNICAS DE SUELOS

O. Herrero, J.M. Fernández, D. Hernández, P. Montes, A. Polo, E. de la Peña*

Centro de Ciencias Medioambientales – CSIC. Serrano 115, 28006 Madrid. (epena@ccma.csic.es)

Resumen: El uso en agricultura de residuos como enmiendas orgánicas del suelo hace necesario el empleo de pruebas toxicológicas con las que evaluar los riesgos que para el medio ambiente y la salud podrían tener los distintos compuestos químicos que en dichos residuos se encuentran.

Palabras clave: residuo, enmienda orgánica, madurez, toxicidad, mutagenicidad.

Abstract: Due to the use of wastes in agriculture as an organic fertilizer, it is necessary to implement toxicity tests in order to evaluate the environmental and human health risks of their chemicals.

Key words: waste, organic fertilizer, maturity, toxicity, mutagenicity.



Foto 1. Pilas de compostaje.



Foto 2. Abono de los cultivos.

INTRODUCCIÓN

La utilización en agricultura de lodos de depuradora (**Foto 1**) es una práctica común debido a que:

- mejoran la fertilidad y las propiedades físicas de los suelos pobres o degradados,
- es un método económico para eliminar este tipo de residuos y
- supone un reciclaje y aprovechamiento de la materia orgánica y los nutrientes presentes en los mismos.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es valorar la madurez, mutagenicidad y ecotoxicidad de distintos residuos empleados como enmiendas de suelo (**Foto 2**).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron muestras de tres tipos de residuos (**Tabla 1**): lodo compostado, lodo deshidratado y compost de residuos sólidos urbanos. Éstas se tomaron en el año 2002 y en el 2004 para cada residuo, de forma que se pudiese analizar su evolución en el tiempo.

TIPO DE RESIDUO	NOMENCLATURA	CARACTERÍSTICAS
Lodo Compostado	LC 2002	Lodos estabilizados mediante una degradación aerobia.
	LC 2004	
Lodo Deshidratado	LD 2002	Lodos deshidratados.
	LD 2004	
Compost de RSU	RSU 2002	Residuo Sólido Urbano cuya materia orgánica ha sufrido una degradación aerobia en pilas de compostaje para obtener un producto estabilizado (compost).
	RSU 2004	

Tabla 1. Muestras analizadas.

* A quien dirigir la correspondencia.

Además de las características químicas (pH, conductividad, elementos asimilables y totales, COT y metales pesados), se evaluaron la madurez de los residuos (Test de Solvita para medir las tasas de desprendimiento de CO₂ y NH₄⁺) y la ecotoxicidad (Test de bioluminiscencia de *Vibrio fischeri* y Test de Zucconi para medir el índice de germinación en semillas de *Lepidum sativum*).

Se analizó la mutagenicidad de las muestras mediante el test de *Salmonella*/microsoma (Maron y Ames, 1983; Barrueco *et al.*, 1991). Para ello se utilizaron las cepas TA98, TA100, TA102 y TA104 de *Salmonella typhimurium*. Todas ellas contienen una mutación que las hace deficientes para un aminoácido esencial, la histidina, sin cuya presencia en el medio no pueden crecer. La reversión de esa mutación por un compuesto químico permite detectar distintos tipos de mutación en función de la cepa: adición y delección de pares de bases, desplazamiento del marco de lectura, etc.

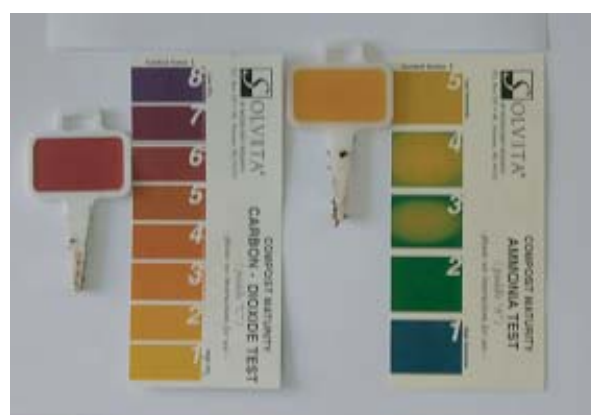
A lo largo de los años, se están estudiando los efectos de estas enmiendas en cultivos de cebada (*Hordeum vulgare*) en campo.

RESULTADOS

Los parámetros químicos estudiados se encontraron dentro de los valores aceptados por la legislación vigente en cuanto al empleo de residuos como abono agrícola.

El grado de madurez de los residuos aparece reflejado en la **Tabla 2**.

El más maduro y con mejores condiciones para su aprovechamiento como enmendante del suelo fue el lodo compostado (**Foto 3**), mientras que el lodo deshidratado (**Foto 4**) y el compost de residuos sólidos urbanos tuvieron un grado de madurez similar y algo inferior al primero.



Fotos 3 y 4. Resultados del Test de Solvita para muestras de LC2004 (izquierda) y LD2004 (derecha).

Las muestras de LD 2002 fueron mutagénicas en las cepas TA98, TA100, TA102 y TA104 de *S. typhimurium* (**Fotos 5 y 6**), aunque la lixiviación producida en las mismas a lo largo del tiempo pudo ser la causa de que no se detectase mutagenicidad en las correspondientes al año 2004. En el resto de las muestras no se detectó mutagenicidad en ninguno de los años.

RESIDUO	VALOR	INTERPRETACIÓN
LC 2002	8	Nivel máximo de madurez; sin limitaciones de uso.
LC 2004	8	Nivel máximo de madurez; sin limitaciones de uso.
LD 2002	7	Compost muy bien madurado; muy pocas limitaciones de uso.
LD 2004	6	Todavía en proceso de maduración; necesita ser apilado para su estabilización.
RSU 2002	7	Compost muy bien madurado; muy pocas limitaciones de uso.
RSU 2004	6	Todavía en proceso de maduración; necesita ser apilado para su estabilización.

Tabla 2. Valores de madurez de los residuos según el Test de Solvita.

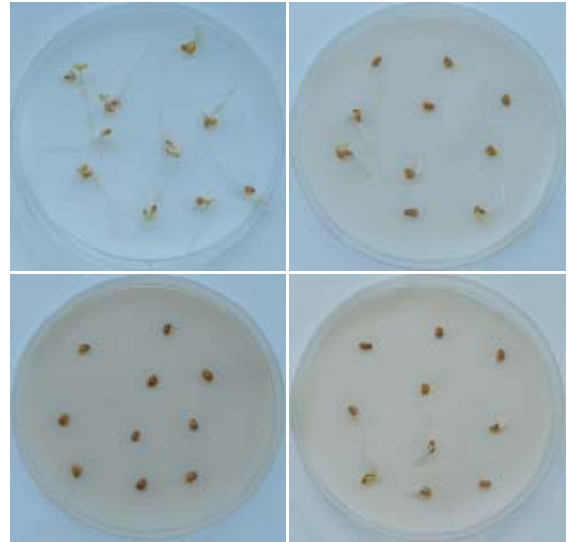


Fotos 5 y 6. Reversión espontánea (izquierda) y con LD2002 (derecha) en *S. typhimurium* TA104.

Ninguna muestra fue ecotóxica en el test de *Vibrio fischeri*, aunque LD 2002 arrojó valores altos de inhibición de la bioluminiscencia.

Las muestras de LC 2002, LD 2002 y LD 2004 fueron ecotóxicas en *Lepidum sativum* (**Fotos 7, 8, 9 y 10**). En las muestras de LD se apreció un descenso de la toxicidad con el paso del tiempo y el aumento de la madurez. En este sentido, se llegaron a obtener valores normales de germinación en las muestras de LC del año 2004.

En las experiencias de campo (**Fotos 11, 12 y 13**), se ha observado un mayor crecimiento de los cultivos de cebada en aquellas parcelas tratadas con este tipo de enmiendas, sin que se hayan apreciado pérdidas de calidad en los mismos.



Fotos 7, 8, 9 y 10. Germinación de *L. sativum*. De izquierda a derecha: Control, LC2002, LD2002 y LD2004.



Fotos 11, 12 y 13. Cultivos de *H. vulgare* en parcelas experimentales.

CONCLUSIONES

Aunque el empleo en agricultura de residuos como enmiendas orgánicas es cada vez más frecuente, existe una importante carencia de información toxicológica sobre este tipo de mezclas complejas, lo que en determinadas condiciones podría suponer un riesgo para el medioambiente y para la salud.

Todos los parámetros toxicológicos deben ser regulados por la legislación a fin de minimizar los riesgos del uso de este tipo de enmiendas en suelos de cultivo pobres en materia orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

Barrueco C, Herrera A. y de la Peña, E. *Mutagenic evaluation of trichlorfon using different assay methods with Salmonella typhimurium*. *Mutagenesis* 6, 1991: 71-76.

de la Peña E., Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M.J., Fernández J.M., Hernández D., Montes P. y Polo A. *Valoración Toxicológica de Matrices Ambientales*, Revista Brasileira de Toxicologia 18 (suplemento outubro), 2005: 224.

de la Peña E., Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M. y Muñoz M.J. *Evaluation of the Mutagenic Effects of Urban and Industrial Waste Water in The Canary Islands (Spain)*, Proceedings of the 34th Annual Meeting of the European Environmental Mutagen Society (EEMS), Maastricht, Holanda, 2004: 122.

Herrero O., Fernández J.M., Hernández D., Montes P., Polo A., de la Peña E. *Evaluación mutagénica y ecotoxicológica de muestras de residuos de depuradora de utilidad en agronomía*, Actas de la XIV Reunión Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental (SEMA), Programa y Resúmenes, Oviedo, 2005: 38.

Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M.J. y de la Peña E. *Valoración ecotoxicológica de efluentes de aguas residuales urbanas e industriales*. *Rev. salud ambient.* 5 (1), 2005: 69-70.

Herrero O. y de la Peña E. *Evaluación de Mutagenicidad y Genotoxicidad*. En: de la Peña E. y Gómez E. (eds.) *Toxicología Ambiental: Seguridad Química*, Asociación Española de Toxicología, CD-ROM, Madrid, 2005.

Maron D.M. y Ames B.M. *Revised methods for Salmonella mutagenicity test*. *Mutat. Res.* 113, 1983: 173-215.