

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE LODO DE CERVECERÍA SOBRE LA DINÁMICA DE METALES PESADOS ASOCIADOS A LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

Effect of addition of brewery sludge on the dynamic of heavy metals associated with soil organic mater.

Feliciano Anzola¹ y Carmen Rivero²

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Postgrado en Ciencia del Suelo, Apartado 4579, Maracay

² Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología, Apartado 4579, Maracay

Resumen

Se realizó un ensayo utilizando dos suelos de pH contrastante; uno ácido (Guataparo) y otro cercano a la neutralidad (Maracay). Ambos suelos fueron tratados con una dosis equivalente a 10 Mg ha⁻¹ de un lodo de la industria cervecera. Los suelos fueron incubados durante un lapso de 77 días, con un contenido de humedad de 75% de la capacidad de campo. Se realizaron muestreos a los 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 25, 32, 47, 62 y 77 días. En cada caso se midió la evolución de CO₂ se extrajo la fracción soluble en DTPA de los siguientes metales pesados: Cd, Cu, Pb, Zn y Ni. Los resultados mostraron que las cantidades de metal extraído eran gobernadas por los contenidos iniciales en el suelo y lodo y que los procesos mediados por microorganismos (inmovilización-movilización), ejercieron un papel importante en la predicción de formas disponibles de estos metales.

Palabras clave: Suelo, lodo, metales pesados, DTPA, CO₂

Abstract

An incubation laboratory study was conducted using two different pH soils were used: an acid soil (Guataparo) and a neutral soil (Maracay). Both soils were treated with 10 Mg ha⁻¹ equivalent doses of brewery sludge. The soils were incubated for 77 days at 75% of field capacity of water content. The soils samples were taken at 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 25, 32, 47, 62 and 77 days. CO₂ evolution and following DTPA soluble heavy metal: Cd, Cu, Pb, Zn y Ni were determined. The results indicated that the heavy metal concentration depend on their initials content in the soil and sludge and show the effect of microbial processes (immobilization-mobilization) on this fraction of heavy metal.

Keywords: Soil, sludge, heavy metals, DTPA, CO₂.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos provenientes de la actividad industrial (lodos), son algunos de los materiales que se han utilizado como enmienda en los suelos agrícolas. Estos residuos son fuente de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, etc; para las plantas y contribuyen con cantidades importantes de materia orgánica al mantenimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas deseables de los suelos, haciéndolas adecuadas para un mejor desarrollo de las plantas (Purves, 1985). En la aplicación de lodos residuales sobre suelos agrícolas como enmienda, se señala que metales pesados como Cadmio, Níquel o Plomo presentes en estos materiales, pueden entrar en la cadena trófica, causando de esta forma daños a la salud (Hue *et al.*, 1988). Por otra parte, si bien es muy útil conocer el contenido total de metales pesados en lodos o en suelos, no menos importante es evaluar la posibilidad de que los mismos sean absorbidos por las plantas, cuando estos materiales se aplican al suelo; de allí la necesidad de conocer, vía extracción con Ácido dietilentriaminopentaacético (DTPA), la posibilidad de que los metales pesados sean biodisponibles, (Mathur y Levesque, 1988; García *et al.*, 1991). Al respecto Lindsay y Norvell, (1978), señalan que los agentes quelatantes ofrecen una gran ayuda para evaluar la disponibilidad de elementos traza en suelos. El objetivo de este trabajo es evaluar los cambios posibles en la concentración de metales pesados extraíbles con DTPA, en dos suelos tratados con lodo de cervecería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dos suelos de pH contrastante y un lodo proveniente de la industria cervecera. Se midió el contenido total y la fracción soluble en DTPA de los metales pesados en suelos y lodo, usándose para el primer caso el método de Bradford *et al.* (1975), el cual utiliza HNO₃ 4N como extractante y para la fracción soluble en DTPA se usó el método propuesto por Lindsay and Norvell (1978). En todos los casos los metales extraídos fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica. El diseño experimental se correspondió con uno completamente aleatorizado con cuatro repeticiones, donde los tratamientos fueron los siguientes:

S₁L= Suelo Guataparo + 10 Mg ha⁻¹ de lodo cervecero

S₂L= Suelo Maracay + 10 Mg ha⁻¹ de lodo cervecero

Suelos y lodos fueron mezclados y colocados en macetas plásticas de 2 kg; se le añadió agua hasta un 75% de capacidad de campo, para luego ser sometidos a un proceso de incubación de 77 días, reponiéndose la humedad cada 48 horas, en base a la pérdida de peso. Durante este período se realizaron muestreos para determinar la concentración de los metales solubles en DTPA, usando las metodologías indicadas anteriormente. Al mismo tiempo, se realizó una evaluación vía respirometría de la modificación de la actividad biológica del suelo como consecuencia del uso de lodo cervecero; para ello se recolectó el CO₂ evolucionado en trampas de álcali y posterior

titulación con ácido, (Wiant, 1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis del cuadro 1 se observa que se trata de un suelo ácido y otro cercano a la neutralidad, con diferencias muy importantes en lo que se refiere al contenido de carbono orgánico. El lodo utilizado presenta un contenido alto de materia orgánica, pero a su vez posee niveles elevados de los diferentes metales pesados, excepto para el Cadmio, tomando como referencia los niveles propuestos por la Comunidad Económica Europea, CEE (1986), como niveles tolerables en materiales a ser incorporados al suelo.

Cuadro 1: Características de los suelos y el lodo utilizado

Característica	Suelo		Lodo
	Guataparo	Maracay	
pH (1:2)	4,0	6,3	8,1
CO (g.kg ⁻¹)	7,5	22,3	118,9
CE (ds.m ⁻¹)	0,156	0,580	4,390
Cu-DTPA (mg kg ⁻¹)	1,16	1,98	11,20
Zn-DTPA (mg kg ⁻¹)	1,54	3,06	44,45
Cd-DTPA (mg kg ⁻¹)	0,07	0,09	0,04
Pb-DTPA (mg kg ⁻¹)	1,82	0,84	7,42
Ni-DTPA (mg kg ⁻¹)	0,00	1,68	1,00
Cu-HNO ₃ (mg kg ⁻¹)	4,40	19,92	179,80
Zn-HNO ₃ (mg kg ⁻¹)	6,60	136,80	1617,50
Cd-HNO ₃ (mg kg ⁻¹)	1,43	1,56	3,41
Pb-HNO ₃ (mg kg ⁻¹)	10,01	13,68	356,40
Ni-HNO ₃ (mg kg ⁻¹)	4,84	40,44	26,18

La figura 1 muestra el efecto de la aplicación del lodo sobre la actividad biológica del suelo medida en función de la evolución de CO₂.

La figura 1, permite señalar que existió una mayor actividad biológica en el suelo Maracay, durante todo el ensayo de incubación, lo cual se refleja en una diferencia estadísticamente significativa entre los suelos, compatible con el hecho de ser un suelo con pH cercano a la neutralidad y mayor contenido inicial de carbono orgánico, lo cual le confiere mejores condiciones para el desarrollo de una población más activa de microorganismos.

Es importante señalar que algunos investigadores (Zunino *et al.*, 1979), sostienen que la mayor parte de los metales pesados contenidos en un suelo o lodo, se encuentran asociados a su fracción orgánica, lo cual permite explicar que la mineralización de los compuestos orgánicos gobernará las posibilidades de acción de esos elementos en el suelo.

Cadmio: Los niveles de este elemento (Figura 2), resultaron proporcionales a los contenidos iniciales en el suelo y en el lodo (Cuadro 1), donde el efecto de la mineralización del lodo parece no ser decisivo. No obstante, se observa que luego de 15 días de incubación se produce una desaparición del elemento de la fracción extraíble con DTPA; lo cual podría

estar relacionado a la incorporación del mismo a la biomasa microbiana, ésto es compatible con un nuevo incremento en los niveles, posiblemente originado por la muerte de las células y liberación del Cd, (Leita *et al.*, 1995). Otra posibilidad para explicar las variaciones de concentración derivaría de la posibilidad de movilización del elemento a formas químicas no extraíbles con DTPA, (Anzola y Rivero, 1997).

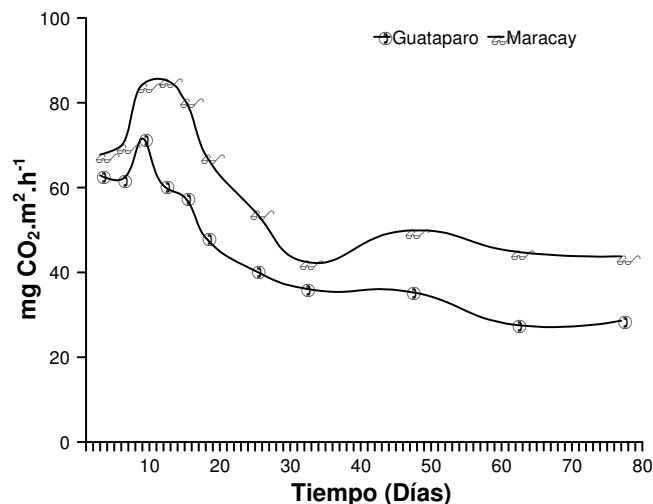


Figura 1. Efecto de la aplicación de lodo de cervecería sobre la evolución de CO₂.

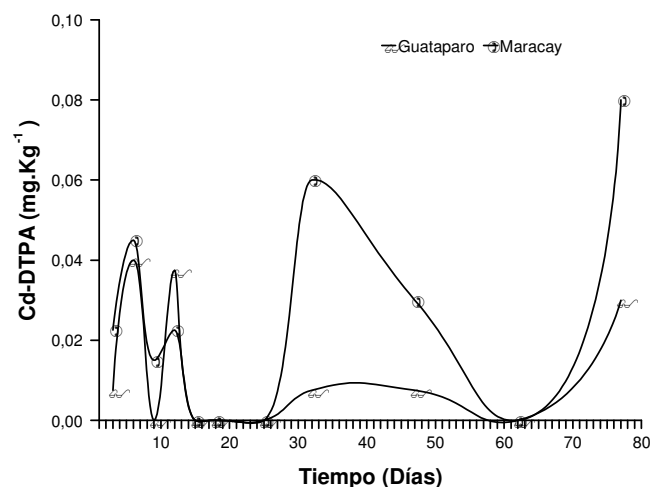


Figura 2. Efecto de la aplicación de lodo de cervecería sobre la dinámica del Cadmio extraíble con DTPA

Zinc: A pesar de que la dinámica general (Figura 3) está gobernada, al igual que para el Cadmio, por los contenidos iniciales del elemento zinc en el suelo y en el lodo (Cuadro 1), se observa que en los primeros 12 días de incubación se producen concentraciones superiores a las iniciales de la mezcla, derivadas posiblemente del desplazamiento de formas inorgánicas, cuyos contenidos son bastante elevados en ambos suelos y en el lodo (Cuadro 1) a formas unidas a la materia orgánica

(Davies-Carter y Shuman, 1993).

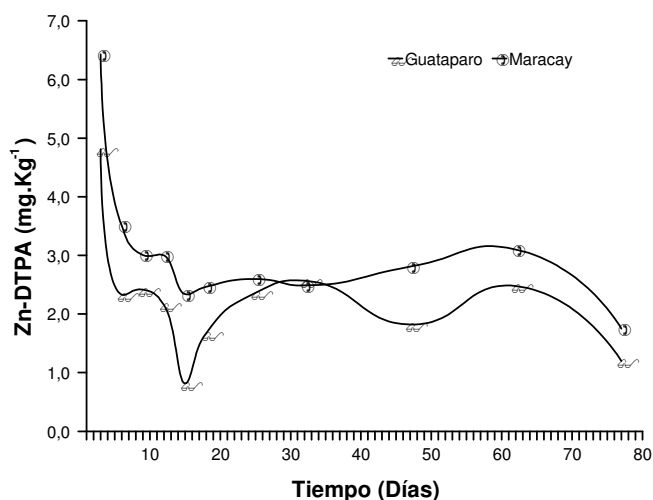


Figura 3. Efecto de la aplicación de lodo de cervecera sobre la dinámica del Zinc extraíble con DTPA.

Plomo: Al igual que en el Cadmio y Zinc, los niveles de este elemento, (Figura 4), a lo largo del proceso de incubación, estuvieron gobernados por los contenidos iniciales en el suelo y lodo, (Cuadro 1). Ahora bien, en el muestreo correspondiente a 12 días se aprecia una disminución prácticamente a cero, de Plomo extraíble con DTPA en el Suelo 1, situación que podría atribuirse, a la presencia en este suelo de una microflora más activa en la inmovilización de Plomo; posteriormente se observa un aumento en la cantidad de Plomo extraído, pudiendo explicarse estos procesos de manera similar a lo indicado en el caso del Cadmio.

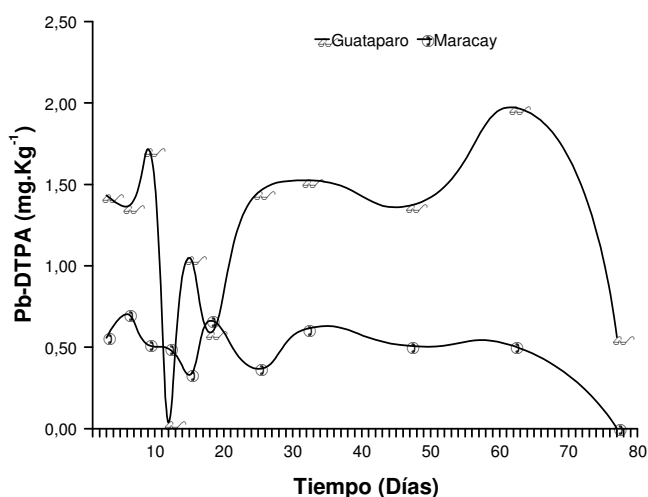


Figura 4. Efecto de la aplicación de lodo de cervecera sobre la dinámica del Plomo extraíble con DTPA.

Cobre-Níquel: En lo que respecta al comportamiento de estos elementos, la situación fue similar a la de los otros metales, es decir, las cantidades extraídas resultaron proporcionales a las concentraciones iniciales (Cuadro 1). Otro aspecto a destacar sería el de la disminución en algunos muestreos y posteriores aumentos, que como lo hemos dicho antes, podría atribuirse o estar relacionado a equilibrios de inmovilización-movilización, mediados por la biomasa microbiana. Sin embargo cada metal se comporta diferente, lo cual sugiere que diversos mecanismos podrían estar involucrados a nivel metabólico.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se señalan las siguientes conclusiones que se derivan de estas consideraciones:

Las cantidades de metal extraído en el ensayo de incubación están gobernadas por los contenidos iniciales señalados en el cuadro 1.

Estos resultados obtenidos parecen indicar que los procesos mediados por microorganismos (inmovilización-movilización), podrían ser un factor importante a considerar en la predicción de formas disponibles de los metales pesados.

Estas variaciones en las cantidades de metal extraíble con DTPA, podrían derivarse de la posibilidad de desplazamiento del elemento a formas químicas no extraíbles con este reactivo.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al CDCH-UCV por el soporte financiero para esta investigación a través del proyecto N° 01.37.3458.

LITERATURA CITADA

- Anzola, F. y C. Rivero.** 1997. Efecto de la incorporación de lodo de cervecera sobre la fracción de metales pesados hidrosolubles en suelos. XIV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Nov. 1997. Trujillo; Edo. Trujillo.
- Bradford, C., A. Page, L. Lund, y W. Olmstead.** 1975. Trace elements concentrations of sewage treatment plant effluents and sludges: Their interactions with soil and uptake by plants. J. Environ. Qual. 4:123-127.
- CEE.** 1986. Directiva del Consejo N° 86/278/CEE. Mimeo-grafiado. 7 p
- Davies-Carter, J., y L. Shuman.** 1993. Influence of texture and pH of kaolinitic soil on zinc fractions and zinc uptake by plants. Soil Sci. 156(6):376-384.
- García, C., T. Hernández, F. Costa, y M. Ayuso.** 1991.

- Changes in carbon fractions during composting and maturation of organic waste. *Environ. Management*, 15: 433-439.
- Hue, N., J. Silva, y R. Arifin.** 1988. Sewage sludge-soil interactions as measured by plant and soil chemical composition. *J. Environ. Qual.* 17, 3, 384-390.
- Leita, L., M. De Nobili, G. Muhlbachova, C. Ondini, L. Marchiol, y G. Zerbi.** 1995. Bioavailability and effects of heavy metals on soil microbial biomass survival during laboratory incubation. *Biol. Fertil. Soils.* 19:103-108.
- Lindsay, W., y W. Norvell.** 1978. Development of a DTPA test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil Sci. Amer. J.* 42:421-428.
- Mathur, S., y M. Levesque.** 1988. Soil test for Copper, Iron, Manganese, and Zinc in histosols. 2. The distribution of soil Iron and Manganese in sequentially extractable forms. *Soil Sci.* 145:102-110.
- Purves, D.** 1985. Trace elements contamination of the environment. Elsevier; Amsterdam, 273 pp.
- Wiant, H.** 1967. Has the contribution of litter decay to forest "Soil respiration" been overestimated ?. *J. Forestry.* 65: 408-409
- Zunino, H., M. Aguilera, M. Caiozzi, P. Periano, F. Borie, y J. Martín.** 1979. Metal binding organic macromolecules in soil. *Soil Sci.* 128: 257-263.
-