

Parcelas de Lodo: Una alternativa de uso y manejo de lodos petroquímicos provenientes de sistemas de tratamiento de efluentes

Sludge Plots: An alternative for using and managing petrochemical sludges from effluents treatment systems

I. J. Chirinos¹ y N. Pereira²

Resumen

Con el fin de evaluar la tasa de degradación de lodo petroquímico, fue realizado un ensayo de campo utilizando dosis del mismo aplicado en volúmenes de 0 ; 5 ; 7,5 y 10 L/m², para lo cual se midió el comportamiento de la población bacteriana, incorporación de carbono orgánico (C), la tasa de respiración del suelo (respiración edáfica) y porcentaje de degradación de hidrocarburos aromáticos y saturados. Desde el inicio del ensayo la población total de bacterias en forma general tendió a disminuir, hasta los 90 días, luego de este período registró un leve incremento hasta estabilizarse. En cuanto al aporte de carbono hubo un gran incremento en la concentración de este; viéndose afectada dicha concentración por la actividad microbiana en el suelo. La respiración del suelo observó una variación similar durante el período de ensayo para todos los tratamientos. Por último se apreció una buena degradación tanto de hidrocarburos aromáticos como de saturados, siendo mayor la tasa de degradación en los aromáticos.

Palabras clave: lodo, respiración edáfica, aromáticos, saturados, degradación.

Abstract

To evaluate the degradation rate of petrochemical sludge, a field trial was carried out applying 0, 5, 7.5, and 10 L/m², the behavior of bacterial population, Carbon incorporation, soil respiration (edaphic respiration) and aromatic and saturated hydrocarbons degradation percentage was measured. Since initial try bacterial total population tendency was to decrease until 90 days, after this

Recibido el 28-04-1999 ● Aceptado el 17-09-1999

1. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Edafología. E-mail: ichirino@luz.ve

2. Pequivén Complejo Petroquímico el Tablazo. Gcía. Protección Integral. Estado Zulia.

period there were a light increment and stabilization. In relation to the carbon increased the concentration; being affected such concentration by the microbial activity. The soil respiration showed a similar variation during trial period for all the treatments. At the same time a good degradation of aromatic and saturated hydrocarbon, was observed, being greater the aromatics degradation rate.

Key words: sludge, soil respiration, aromatics, saturated, degradation.

Introducción

Una manera de lograr la degradación de compuestos orgánicos contenidos en residuos industriales, de origen petroquímico, bajo condiciones de clima tropical, sería el aprovechamiento de la microflora del suelo.

La biodegradación de hidrocarburos por poblaciones naturales de microorganismos representa uno de los mecanismos primarios por el cual los hidrocarburos contaminantes son eliminados del ambiente (1, 10). Las tasas altas de biodegradación bajo óptimas condiciones de laboratorio han sido reportadas entre 2.500 – 100.000 g/m³/día, bajo condiciones in situ están en el orden de magnitud bajo, en el rango de 0,001 – 60 g/m³/día. (2).

Esta tasa de descomposición microbiana de compuestos orgánicos en los suelos es una función de tres variables:

1. La disponibilidad de microorganismos; 2.- La cantidad de estos microorganismos; y 3.- El grado de actividad de éstos. (13)

Existen además factores muy importantes como contenido de materia orgánica y arcilla, nivel de humedad, temperatura, pH, aireación y contenido de nutrientes (13).

La actividad y/o población de las bacterias nativas puede ser incrementada por el suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento de las mismas (5), además de la adición de bacterias lo cual puede alterar drásticamente las características físicas y químicas de las superficies sólidas (9), alterando drásticamente la capacidad de sorción de contaminantes por la fase sólida del suelo (8, 12). La tasa de crecimiento de bacterias que utilizan hidrocarburos aromáticos como fuente única de carbono, está relacionada con la solubilidad de estos hidrocarburos en agua (14). La previa exposición de la comunidad microbiana a los hidrocarburos es importante para determinar cuán rápido puede ser biodegradado el hidrocarburo que entra (10).

Por otro lado (11) sostiene que la tasa de degradación de las moléculas orgánicas depende básicamente de su estructura química. La biodegradabilidad disminuye con la reducción del tamaño de la cadena; y las formas insaturadas son menos biodegradables que las saturadas, de la misma forma que las cadenas ramificadas en relación a las lineales y las cíclicas en relación a las abiertas.

El paso inicial en la biodegradación de hidrocarburos por bacterias y hongos envuelve la oxidación del sustrato por oxigenasas para lo cual se requiere oxígeno molecular (1). La disponibilidad de oxígeno en suelos, sedimentos y acuíferos es frecuentemente limitante y depende del tipo de suelo (3), la degradación anaeróbica de hidrocarburos por microorganismos también ocurre, no obstante, son muy bajas y su significancia ecológica puede ser menor (3).

Un parámetro importante que sirve para evaluar la actividad microbiana, por ende la biodegradación

de hidrocarburos, lo constituye la evolución de CO_2 del suelo o respiración del suelo, medida por la cantidad de CO_2 liberado (en μg) en un área de 1m^2 y en el tiempo de 1 segundo, empleado en un experimento similar de biodegradación de lodo realizado por (7).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el proceso de biodegradación de lodo petroquímico in situ, aprovechando la microflora nativa, y bajo condiciones naturales, sin fertilización y sin inoculación de bacterias, con el fin de lograr la descontaminación de suelos sometidos a derrames de productos hidrocarbonados.

Materiales y métodos

El experimento fue realizado empleando un suelo franco arenoso de la Estación Experimental Agrícola El Tablazo ubicada en el municipio Miranda del estado Zulia, Venezuela, zona cuya precipitación media anual es de 445 mm., la evaporación acumulada de 2.383 mm., la temperatura media anual de $28,3^\circ\text{C}$ y radiación solar cercana a 400 cal/m^2 .

Se usaron lodos petroquímicos no tratados en dosis crecientes de 0; 5; 7,5 y 10 l/m^2 , dispuestos e incorporados al suelo dentro de tanques de concreto de 4m^2 de superficie y 40 cm de altura. Luego de su disposición e incorporación, se procedió a la aplicación de riego diariamente y una labranza manual mínima para facilitar la aireación. El muestreo de suelo se efectuó

mensualmente para determinar población bacteriana, através del método de conteo en placas, empleado por (6) al igual que para la determinación de C. Este método determina el número de unidades formadoras de colonia en cada gramo de suelo (ufc/g de suelo). El muestreo de suelo para determinación de hidrocarburos aromáticos y saturados se realizó al 1er mes, luego a los 4 meses y el último a los 10 meses y fueron analizadas por cromatografía de gases. Para la medición de la respiración edáfica se utilizó el método de la soda lime usado por (7).

En el análisis estadístico de los datos se empleó la prueba de Tukey para determinar el grado de significancia de los tratamientos

Resultados y discusión

La figura 1 muestra los resultados de población bacteriana en función de los tratamientos y época de muestreo. Estos resultados permiten observar que en la medida que aumenta la cantidad de lodo aplicado, la población de bacterias disminuye, esto es debido a la presencia de hidrocarburos en altas concentraciones (4.000 ppm aproximadamente) en la composición del lodo, lo cual crea condiciones de toxicidad al comienzo y luego al pasar por un proceso de degradación a cadenas orgánicas más simples y menos tóxicas y/o disminuir su concentración, la población de bacterias registra un repunte después de los 90 días, hasta estabilizarse. Estos resultados coinciden con los obtenidos por (14), trabajando con suelos inoculados. También se observa que cuando la dosis de lodo es mayor, la población de bacterias es menor, por la razón explicada anteriormente.

Con relación a la respiración edáfica la figura 2 muestra los resultados en donde se aprecia que cuando se incrementa la cantidad de lodo aplicado, el índice de respiración del suelo (edáfica) aumenta y como la misma es determinada por la cantidad de CO_2 producido durante el proceso respiratorio de los microorganismos presentes en el suelo, entonces la disminución de la población bacteriana conlleva a una disminución de la

respiración edáfica. En los casos donde no coinciden estos parámetros, es decir, aumenta la respiración edáfica mas no la población bacteriana, puede atribuírsele al proceso de biodegradación de los hidrocarburos en el cual hubo liberación de CO_2 y que al volatilizarse es determinado como si fuese desprendido en el proceso respiratorio de los microorganismos. Se comprobó que con la mayor aplicación de lodo la respiración edáfica también fue mayor, debido a la mayor incorporación de sustrato al suelo, lo cual permitió un mayor desarrollo bacteriano. Resultados similares obtuvo (7).

En cuanto al aporte de C al suelo, se observa de acuerdo a la figura 3 que este es proporcional a la cantidad de lodo aplicado por m^2 , debido a los compuestos carbonados presentes en el mismo, lo cual lo relaciona con la degradación de hidrocarburos aromáticos y saturados mostrados en los Cuadros 1 y 2. En los casos donde se aprecia disminución de este elemento en el suelo, es debido a las pérdidas por volatilización en la formación de CO_2 y por la fijación por los microorganismos del suelo. Por otro lado la degradación porcentual de hidrocarburos aromáticos y saturados, resultó más eficiente en el caso de los aromáticos al cabo de 300 días como se aprecia en las Cuadros 1 y 2.

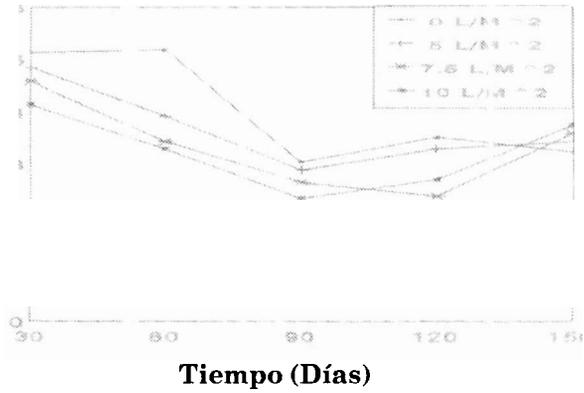


Figura 1. Población Bacteriana vs. tratamiento en función del tiempo.

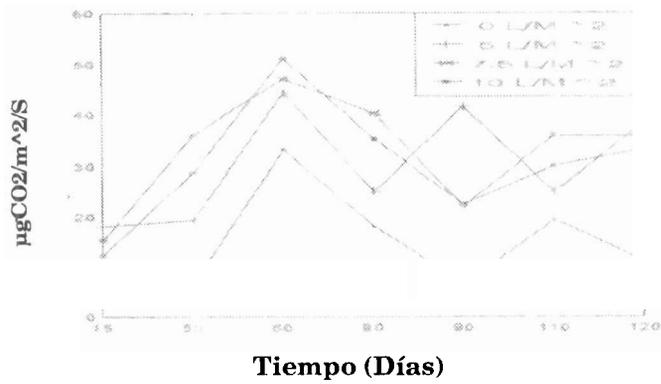


Figura 2. Respiración Edáfica vs. tratamiento en función del tiempo.

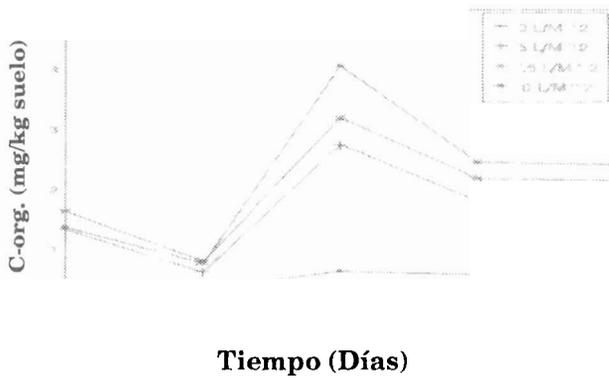


Figura 3.- Carbono en el suelo vs. tratamiento en función del tiempo.

Cuadro 1. Degradación porcentual de hidrocarburos aromáticos

Tratamiento	Tiempo (días)		
	30	120	300
L lodo/m ²	30	120	300
0	44	81	100
5	19	33	100
7,5	19	50	100
10	13	52	94

Cuadro 2. Degradación porcentual de hidrocarburos saturados

Tratamiento	Tiempo (días)		
	30	120	300
L lodo/m ²	30	120	300
0	22	3	23
5	12	27	78
7,5	21	29	72
10	22	16	70

Conclusiones

Luego de revisar los resultados obtenidos, se concluye que la descontaminación de suelos afectados por derrames de contaminantes hidrocarbonados se puede lograr a través del uso de fertilizantes que estimulen la actividad microbiana,

manteniendo condiciones adecuadas de humedad, aireación, etc en el suelo. Además se pueden utilizar especies de plantas leguminosas las cuales sirven de abono verde, garantizando buen aporte de materia orgánica.

Literatura citada

1. Atlas, R. M. (ed.). 1984. Petroleum Microbiology. Mc Millan Publishing Co. New York, p. 692.
2. Atlas, R. M. 1981. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. Microbiol. Rev., 45: 180-209.
3. Atlas, R. M. 1991. Microbial degradation bioremediation of oil spill. J. Chem. Tech. Biotech-nol. 52: 149-156.
4. Bellin, C. A., Fao, P. S. C. 1993. Impact of bacterial biomass on contaminant sorption and transport in a subsurface soil. Applied and environmental microbiology. 1813-1820.
5. Buchanan, R.F., Gibbon, N. E. 1914. Gram negative aerobic rods and cocci. In Bergey's Manual of determinative bacteriology, 8th. Ed., Part. 7. Williams and Wilkins, Baltimore M. D. pp. 217-43.

6. Concawe, 1980. Sludge farming: a technique for the disposal of oily refinery wastes. Report 3/80. Concawe, The Hague, The Netherlands.
7. Daniels, S. L. 1972. The adsorption of microorganisms on surfaces: a review. *Dev. Ind. Microbiol.* 13: 211-253.
8. Fletcher, M. 1991. The physiological activity of bacterial attached to solid surfaces, p. 54-85. In A.H. Rose and D. W. Tempest (ed.), *Advances in microbial physiology*, vol. 2. Academic Press, Inc., New York.
9. Leahy, J. G., Colwell, R. R. 1990. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment, *Microbiol. Rev.*, 54: 305-15.
10. Overcash, M. R., Pal, D. 1979. Design of land treatment systems for industrial wastes. Theory and practice. *Ann Arbor, Sci. Pub. Inc.*, p. 684.
11. Stotzky, G., Rasmussen, L. T. 1966. Influence of clay minerals on microorganisms. I. Montmorillonite and kaolinite on bacteria. *Can. J. Microbiol.* 12: 547-563.
12. Torstensson, L. 1988. Microbial decomposition of herbicides in the soil. *Outlook in Agriculture.* 17: 120-4.
13. Vecchioli, G., Del Panno, M. T., Paineira, M. T. 1990. Use of selected autochthonous soil bacteria to enhance degradation of hydrocarbons in soil. *Environmental pollution.* 67:249-258.
14. Wodzinski, R. S., Coyle, J. E. 1974. Physical state of phenanthrene for utilization by bacteria. *Applied Microbiology.* p. 1081-1084.