

Evaluación de la efectividad del biosurfactante Brosplus en la biodegradación de un crudo pesado en un suelo arenoso al sur del estado Anzoátegui

Evaluation of the effectiveness of biosurfactant Brosplus in the biodegradation of a heavy crude in a sandy soil in southern Anzoategui

Avaliação da efetividade do biosurfactante Brosplus na biodegradação de um petróleo pesado num solo arenoso ao sul do estado Anzoátegui

Jesús Bastardo¹ Edwin Acendra²

Recibido: 20-2-14; Aprobado: 21-3-14

| RESUMEN | ABSTRACT | RESUMO |
|---|--|---|
| <p>En el estado Anzoátegui se desarrolla la mayor actividad petrolera del país, por lo que este estado se convierte en un lugar vulnerable, ya que la explotación, producción, refinación y transporte de petróleo y sus derivados, conlleva ocasionalmente accidentes técnicos y operacionales que causan severo deterioro al ambiente. La prevención de la contaminación del ambiente (suelo, agua y aire) y su recuperación es una prioridad. Existen productos orgánicos capaces de biotransformar o biodegradar hidrocarburos que pueden ser utilizados como estrategia en la biorremediación de suelos impactados por la actividad petrolera, por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad del biosurfactante Brosplus en la degradación del contenido de aceites y grasas (método de la retorta), en un suelo arenoso impactado por un derrame de crudo pesado proveniente del pozo MFB-214 de la división Ayacucho, estado Anzoátegui. Los resultados obtenidos indican que se obtuvieron porcentajes de eficiencias en la degradación del contenido de aceites y grasas entre 87,2 % y 39,1 % respectivamente en un periodo de 61 días, siendo la dosis más efectiva la de 15 ml. A pesar que, la degradación del contenido de aceite y grasa no fue total el producto Bros Plus, puede ser considerado como una alternativa para remediar suelos arenosos contaminados con petróleo pesado.</p> <p>Palabras clave: suelo arenoso, petróleo pesado, biosulfactante, biorremediación.</p> | <p><i>In Anzoategui state it is developing the largest oil activity in the country, so this state becomes a vulnerable place as the exploration, production, refining and transportation of oil and oil products, occasionally brings technical and operational accidents that cause severe deterioration to the environment. The prevention of pollution of the environment (soil, water and air) and recovery is a priority. There are organic products that can biotransform or biodegrade hydrocarbons that can be used as a strategy in the bioremediation of soils impacted by the oil industry, so the aim of this study was to evaluate the effectiveness of biosurfactant Brosplus content in degradation of oils and fats (retort method) in a sandy soil impacted by a spill of heavy crude from well MFB-214 Ayacucho division, Anzoategui state. Results indicate that percentage efficiencies were obtained in the degradation of oil and fat content between 87.2 and 39.1% respectively over a period of 61 days, being the most effective dose of 15 ml. Although the degradation of oil and grease content was not fully Bros Plus the product can be considered as an alternative to remedy sandy soils contaminated with heavy oil.</i></p> <p>Keywords: Bioremediation, biosulfactante, heavy oil, sandy soil.</p> | <p>No estado "Anzoátegui" desenvolve-se a maior atividade petrolífera do país, pelo que este estado se converte num lugar vulnerável, já que a exploração, produção, refinação e transporte de petróleo e seus derivados implicam ocasionalmente acidentes técnicos e operacionais que causam severa deterioração ao ambiente. A prevenção da contaminação do ambiente (solo, água e ar) e sua recuperação é uma prioridade. Existem produtos orgânicos capazes de biotransformar ou biodegradar hidrocarboneto que podem ser utilizados como estratégia na biorremediação de solos impactados pela atividade petrolífera, por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar a efetividade do biosurfactante "Brosplus" na degradação do conteúdo de azeites e graxa (método da retorta), num solo arenoso impactado por um derrame de petróleo pesado proveniente do poço MFB-214 da divisão "Ayacucho", estado "Anzoátegui". Os resultados obtidos indicam que se obtiveram percentagens de eficiências na degradação do conteúdo de azeites e gorduras entre 87,2 % e 39,1 % respectivamente num período de 61 dias, sendo a dose mais efetiva a de 15 ml. Apesar de que, a degradação do conteúdo de azeite e graxa não foi total o produto Bros Plus, pode ser considerado como uma alternativa para remediar solos arenosos contaminados com petróleo pesado.</p> <p>Palavras-chave: Biorremediação, biosulfactante, petróleo pesado, solo arenoso.</p> |

¹Lcdo°Quím°, Jefe del Laboratorio de Suelos Plantas y Aguas del INIA Anzoátegui, jbastardo@inia.gob.ve, jrbastardo@gmail.com

²Ing°Petr°. Gerencia de Ambiente PDVSA-San Tomé, división Ayacucho, e-mail: erwina1982@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Los derrames por petróleo a nivel global han ocurrido desde hace muchas décadas, lo que ha generado una diversidad de tecnologías para la contención y limpieza de los suelos impactados. En el caso del agua, se pueden utilizar procesos físicos, químicos y biológicos para recuperar y remover petróleo. El impacto ambiental de los derrames de crudo en Venezuela y especialmente en el estado Anzoátegui ha dejado miles de hectáreas afectadas, sin dejar a un lado los kilómetros de ríos y quebradas afectados. Estos daños a las fuentes hídricas, suelos, aire, fauna y vegetación, como resultado de la actividad de la extracción del petróleo, son prácticamente irremediables, ya que los procesos de descontaminación no alcanzan a cubrir todas las áreas afectadas y se realizan mucho tiempo después de que el crudo ha penetrado al ecosistema.

La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos, ha discutido el uso de la mayor parte de las tecnologías no biológicas, para la recuperación de suelos contaminados con petróleo, las cuales utilizan métodos de ingeniería y tratamientos químicos, estos métodos de ingeniería consideran la excavación y los rellenos sanitarios, lavado del suelo, tratamientos térmicos y eléctricos, adición de fosfatos, sustancias altamente adsorbentes (zeolitas, aminosilicatos, entre otras), encalado y agentes quelatantes. Sin embargo, existen evidencias de que algunas de estas tecnologías pueden causar daños a la biota e impedir la recuperación de ciertos hábitats y tienen limitaciones económicas (Vangronsveld y Cunningham 1998, Hoff et al, 2002, Dutrieux et al, 1990). Por lo anterior, los nuevos esfuerzos se han enfocado hacia el uso de tecnologías que promuevan los procesos naturales de remoción de contaminantes. La biorremediación es una de estas tecnologías emergentes y

ambientalmente pertinentes. La biorremediación de suelos contaminados es una técnica de tratamiento que tiene como objetivo utilizar el potencial del micro biota autóctona o exógena, para degradar los compuestos orgánicos constituyentes de los residuos, con la consecuente disminución de la toxicidad. Esta tecnología es, en general, eficiente y económica cuando se compara con las alternativas físicas y fisicoquímicas convencionales de tratamiento de suelos (Oliveira y De França, 2005). Las consideraciones ambientales y económicas dieron impulso a la elaboración de esta investigación, la cual buscó evaluar la efectividad del biosurfactante Brosplus en la biodegradación del contenido de aceites y grasas en un suelo arenoso contaminado con petróleo pesado.

MATERIALES y MÉTODOS

Muestreo

El método de muestreo fue Simple al Azar, ya que los sitios contaminados en estudio en este trabajo, poseían una distribución de concentraciones de hidrocarburos desconocida.

Análisis Químicos

Gravimetría: porcentaje de aceite y grasa método de retorta Se realizó por la metodología descrita en el Standard Methods, según la norma internacional APHA 5520. (APHA, 1995). (Equipo Retort Kit with Thermostat 115V, mod. 165-00-1).

Textura método de Bouyouco.

Solución extractora de Bray (Para PyK).

Solución extractora Morgan Modificado pH4,2 (Para Ca y Mg).

Potenciométrico para pH 1: 2,5 en agua.

Conductímetro para Conductividad Eléctrica (C.E) 1:5 en agua a 25 °C.

Contenido de materia orgánica por el método de combustión húmeda (Walkley y Black modificado).

Los métodos aplicados para el análisis físico y químico del suelo se realizaron siguiendo las

metodologías estandarizadas del manual de métodos y procedimientos de referencia (Gilbert et al, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de algunos parámetros de la caracterización física y química del suelo sin petróleo se presentan en el cuadro 1. Se trata de un suelo con 90 % arena, bajo contenido de arcilla y limo (6 y 4%), bajos contenidos de fósforo, calcio, magnesio y materia orgánica, por lo que este suelo impactado no tiene concentración inhibitoria de macronutrientes, que son elementos importantes para la producción de biomasa y, por lo tanto la biodegradación en condiciones aeróbicas provocada por la agitación del suelo en los ensayos. Ahora bien considerando que las arenas presentan elevada área superficial, los fenómenos de adsorción de los contaminantes en esos materiales no son favorecidos, también facilita el proceso de solubilidad de los contaminantes y, por consiguiente que puede favorecer la biodegradación por una mejor transferencia de masa del oxígeno del aire atmosférico y el suelo, debido a la porosidad [Marín et al, 2005, Trindade et al, 2005]. El pH del suelo obtenido (5,2) se considera adecuado para la actividad de biodegradación de hidrocarburos por bacterias y hongos en suelos impactados por crudos (Franco et al, 2004).

De acuerdo con la conductividad eléctrica del suelo (C.E 0,010 dS/m), puede decirse que es un suelo normal en salinidad, es decir, que las propiedades morfológicas y fisiológicas del perfil no están influenciadas por el carácter salino, por ende no tiende a cambiar el contenido de agua en el suelo lo que facilita la biodegradación de los hidrocarburos.

En el cuadro 2 se muestran los parámetros físico químicos del suelo después de los 61 días de tratamiento con el producto Brosplus, se visualiza que no se existen diferencias significativas en cuanto a las concentraciones

Cuadro 1. Caracterización física y química del suelo sin el crudo.

| Parámetro | Valor |
|----------------------|-------|
| Arcilla (%) | 6 |
| Arena (%) | 90 |
| Limo (%) | 4 |
| P disponible (µg/g) | 2 |
| K disponible (µg/g) | 20 |
| Ca disponible (µg/g) | 37 |
| Mg disponible (µg/g) | 37 |
| pH | 5,2 |
| % M.O | 0,705 |
| C.E (dS/m) | 0,010 |

Cuadro 2. Algunos parámetros del suelo estudiado después de los 61 días de tratamiento con Brosplus.

| Parámetro | 5 mL de Brosplus | 7,5 mL de Brosplus | 10 mL de Brosplus | 15 mL de Brosplus |
|----------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Arcilla (%) | 88 | 87 | 88 | 88 |
| Arena (%) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Limo (%) | 2 | 3 | 2 | 2 |
| P disponible (µg/g) | 0,07 | 0,09 | 0,08 | 0,2 |
| K disponible (µg/g) | 13 | 10 | 10 | 10 |
| Ca disponible (µg/g) | 20 | 20 | 20 | 23 |
| Mg disponible (µg/g) | 19 | 16 | 17 | 18 |
| pH | 5,6 | 6,1 | 6,4 | 6,7 |
| % M.O | 6,8 | 4,8 | 3,6 | 1,7 |
| C.E (dS/m) | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |

Cuadro 3. Porcentaje de aceites y grasas (% A y G) del material antes y después del tratamiento.

| Dosificación con BROS PLUS en (mL) | (% A y G) antes del tratamiento | (% A y G) después del tratamiento |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 5,0 | | 7,60 |
| 7,5 | 12,48 | 4,04 |
| 10,0 | | 3,90 |
| 15,0 | | 1,60 |

de los nutrientes analizados (Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio) tanto en el suelo sin crudo como en el suelo contaminado, las diferencias significativas se observan en la variable pH entre los tratamientos aplicados al suelo a lo largo de los 61 días, el metabolismo de las fracciones leves y pesadas de petróleo produce diversos tipos de ácidos orgánicos que pueden reducir el pH del suelo y este hecho da evidencias de una microbiota metabólicamente activa (Watson et al, 2002). En cuanto a la conductividad eléctrica se detalla que no hubo un aumento significativo después de la incorporación del producto comercial lo cual puede ser explicado a la baja concentración de sales que puede contener dicho producto comercial. Otro hecho que se puede considerar es el aumento del porcentaje de degradación de materia orgánica en el suelo

flora del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Grasas y aceites 18th ed. APHA_AWWA-WEF.
- Dutrieux, E., Martin F. y Debray A. (1990). Growth and mortality of *Sonnerratia caseolaris* planted on an experimentally oil-polluted soil. *Marine Pollution Bulletin* 21, 62-68.
- Franco, I., Contin, M., Bragato G. y De Nobili, M. (2004). Microbial resilience of soils contaminated with crude oil. *Geoderma* 121, 17-30.
- Gilabert, J; I. López y R. Pérez. (1990). *Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia*. FONAIAP. Serie D. N° 26.

impactado a medida que se aumentaba la dosis del producto lo cual demuestra la afectividad de producto en la degradación del contenido del material orgánico presente en el suelo impactado. Los porcentajes de eficiencias de biodegradación de aceites y grasa (fig.1) obtenidos en el ensayo estuvieron entre un 87 y 39 por ciento respectivamente con respecto a lo que tenía el suelo inicialmente, lo que indica un porcentaje de eficiencia satisfactoria del producto utilizado para la biodegradación del crudo pesado presente en el suelo impactado.

CONCLUSIÓN

1. Para cada uno de los tratamientos se alcanzaron diferentes porcentajes de remoción de aceites y grasas, siendo la dosis de 15 mL la que presentó mayor eficiencia.
2. Los resultados de biodegradación de los contenidos de aceites y grasas encontrados son alentadores y revelan el éxito del biotratamiento con el biosurfactante Brosplus como una alternativa para biodegradar el contenido de aceites y grasas en un suelo arenoso impactados con crudo pesado debido a la poca inversión que requiere el costo de este producto.

RECOMENDACIÓN

Es esencial realizar estudios de seguimiento a largo plazo después de haber implementado un proyecto de biorremediación para monitorear las propiedades fisicoquímicas del suelo, la biota y

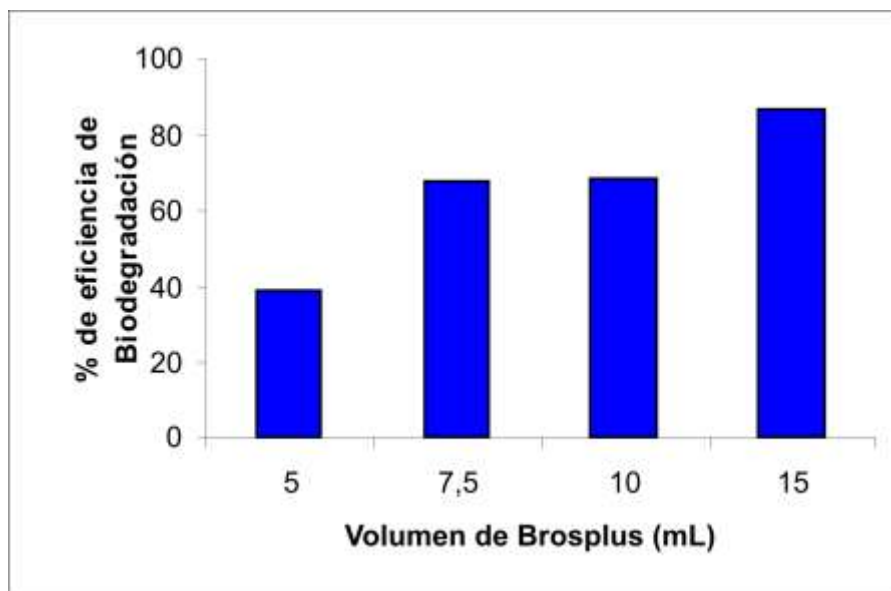


Figura 1. Porcentajes de eficiencia de biodegradación de aceites y grasas en el suelo según las dosis del Brosplus.

Hoff R., H., Proffitt E., Delgado P., Shigenaka G., Yender R. y Mearns, J. (2002). *Oil Spills in mangroves*. Planning & Response Considerations. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). EUA. Technical Report.

Marín, A., Hernandez, T. y García, C. (2005). Bioremediation of oil refinery sludge by landfarming in semiarid conditions: influence on soil microbial activity. *Environmental Research*. 98, 185-195.

Oliveira, J. y De França, F. (2005). *Increase in removal of polycyclic aromatic hydrocarbons during bioremediation of*

crude oil contaminated sandy soil. *Applied Biochemistry and Biotechnology* I. 121-124, 593-603.

Trindade, O., Sobral L., Rizzo, C., Leite, G. y Soriano, A. (2005). Bioremediation of a weathered and a recently oil-contaminated soil from Brazil: a comparison study. *Chemosphere* 58, 515-522.

Vangronsveld, J. y Cunningham, S. (1998). *Metal contaminated soils. In situ inactivation and phytoremediation*. R.G. Landes Company. Georgetown, TX.

Watson, S. Jones, M., Swannell, P y Van Duin, C. (2002). Formation of carboxylic acids during aerobic biodegradation of crude oil and evidence of microbial oxidation of hopanes. *Organic Geochemistry*. 33, 1153-1169.



Granito Gris Leona

Producido por la empresa Granitos del Orinoco, S. A. en la cantera La Leona en el municipio Angostura del estado Bolívar, Venezuela.