

ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE BIORREMEDIACIÓN EN SUELOS DE LA CUENCA NEUQUINA CONTAMINADOS CON PETRÓLEO

Cecilia E. S. Alvaro^a, Lucas Arocena^a, Francisca Laos^b, Norma Sbarbati Nudelman^c

^aLaboratorio de Recuperación de Suelos Regionales. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400 (8300) Neuquén., Argentina.

^bSede Andina, Universidad Nacional de Río Negro. ^cDepartamento de Química Orgánica, FCEyN. Universidad de Buenos Aires (1428) Buenos Aires. Argentina. e-mail: silvana_alvaro@hotmail.com

Introducción

Los accidentes ocurridos durante la extracción, almacenamiento y conducción del petróleo generan derrames de crudo y sus derivados ocasionando afectación del ambiente. Las propiedades de los suelos son alteradas mediante procesos de salinización, toxicidad sobre la comunidad microbiana nativa, disminución del pH, acumulación de carbono orgánico, entre otros. En la Patagonia extra-andina, ello se ve agravado por ser un ecosistema frágil, debido a las condiciones climáticas que limitan el crecimiento de la vegetación.

Las tecnologías de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos se basan en tratamientos fisicoquímicos, térmicos y biológicos. Dentro de estos últimos, la biorremediación (BR) ha demostrado ser una de las técnicas más eficientes, y es comúnmente realizada mediante el aporte de fertilizantes y control de las condiciones ambientales del proceso. La utilización de enmiendas orgánicas como fuente de nutrientes para mejorar los procesos BR se incrementó en los últimos años, obteniéndose resultados satisfactorios en numerosos casos [1].

Para analizar la eficacia de distintas técnicas de remediación en suelos regionales estudiamos:

- el efecto de la incorporación de biosólidos (B) y fertilizantes sintéticos (FS) en la BR de un suelo regional contaminado con petróleo, a escala de laboratorio.
- comparamos la velocidad de degradación del petróleo mediante la aplicación de B vs tratamientos convencionales de BR: aplicación de FS y laboreo más humectación (LH).

Materiales y Métodos

Para la experiencia se seleccionó un suelo del sector de bardas, ubicadas hacia el noroeste de la Ciudad de Neuquén de características geomorfológicas típicas de la meseta patagónica. Los B utilizados se obtuvieron de las eras de secado de la planta de tratamiento de efluentes cloacales Tronador, ciudad de Neuquén, operada por el Ente Provincial de Agua y Saneamiento de la Provincia.

El ensayo de laboratorio se realizó en microcosmos con seis kilogramos de suelo cada uno durante un periodo de 120 días e involucra tres tratamientos de biorremediación: B, FS: Triple 15 (fertilizante comercial) en relación C:N:P = 100:1:0.1 y LH, con tres repeticiones cada uno y un diseño completamente aleatorizado. Una semana antes de iniciar cada tratamiento, el suelo se contaminó con petróleo crudo al 5 % (p/p). El petróleo y las fracciones del mismo a distintos tiempos se caracterizaron mediante cromatografía gaseosa y detección con masa, (CG/MS), método ASTM D-5739/00. Los hidrocarburos totales del petróleo se analizaron periódicamente mediante extracciones con *n*-hexano y posterior determinación gravimétrica (NMX-AA-134-SCFI/06). Se determinaron sustancias extraíbles con *n*-hexano (HEM) e hidrocarburos

de fracción pesada (HFP). El recuento de microorganismos heterótrofos mesófilos aerobios totales y el recuento de degradadores de hidrocarburos presentes en el suelo, se realizó mediante la técnica del Número más Probable (NMP).

Resultados

El suelo de bardas presentó características típicas de la región semiárida muestreada: moderadamente alcalino (pH pasta 8.45), bajo contenido de N y P, muy bajo contenido de materia orgánica (MO <1%) y altos porcentajes de arena en su composición los que conducen a una baja capacidad de intercambio catiónico y cationes totales (CIC) y retención hídrica a capacidad de campo (RH).

En B se determinaron metales pesados, sólidos volátiles, nivel de estabilización, bifenilos policlorados y *E. Coli*, lo cual estableció que cumplen con la totalidad de los valores-límite establecidos para ser utilizados como remediación [2].

El petróleo utilizado contenía un 90 % de hidrocarburos de bajo peso molecular (hasta C9) y 38 Grados API, lo que permite clasificarlo como petróleo ligero.

La determinación de benceno, tolueno, xilenos (BTX) se realizó hasta los catorce días de producida la contaminación debido a la rápida disminución registrada durante ese periodo.

Para los tres tratamientos se observó que la degradación de HEM comparada con la de HFP fue menor. Ello puede deberse a la relación entre la degradación de hidrocarburos y el aumento de material soluble en *n*-hexano, generado principalmente por productos del metabolismo microbiano y por biomasa microbiana muerta [3].

Al finalizar el tratamiento el suelo con agregado de B presentó un porcentaje de reducción de HFP del 84 %, seguido por el tratamiento FS con el 66 % y el tratamiento LH con un 58 %, lo que indica una acentuada disminución de estos hidrocarburos en el tratamiento con B. Para evaluar cuál de los tratamientos estudiados produjo mayor velocidad de degradación de hidrocarburos, se realizó un test de Tukey con un nivel de significación del 5 %, el cual determinó diferencias entre las velocidades de degradación, siendo B>FS>LH. El tratamiento con incorporación de FS demostró una mejora estadísticamente significativa con respecto al que sólo recibió aireación y humectación. A tiempo cero se observó una baja cantidad de microorganismos heterótrofos mesófilos totales y degradadores de hidrocarburos. A los 120 días se obtuvo un incremento de tres y cinco órdenes de magnitud, respectivamente.

Conclusiones

Los HFP, considerados resistentes a la biodegradación, mostraron reducciones significativas, siendo el tratamiento con biosólidos el más efectivo.

Los hidrocarburos aromáticos de menor peso molecular (BTEX) fueron eliminados rápidamente en suelos areno-francos sometidos a los tratamientos de BR, aún en los que se aplica solamente laboreo y humectación. Ello se debe principalmente a procesos de volatilización y degradación biológica. El agregado de B optimiza la actividad microbiana produciendo una mejora estadísticamente significativa sobre los tratamientos convencionales de biorremediación.

Referencias

- [1] Álvarez, J.A.; 2006. Centro de Investigaciones del Petróleo, Cuba, 14 pp.
- [2] Resolución 97/01; 2001. Aplicable a obras concesionadas por el Gobierno Nacional Argentino.
- [3] TPHCWG, 1998b. Vol. 1, Amherst Scientific Publisher, Amherst, MA, USA; 98 pp.

Agradecimientos

Trabajo financiado por la Universidad Nacional del Comahue. Proyecto 04-I149.