

## **ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA SALINIDAD EN LA BIORECUPERACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS**

Plaza Gloria<sup>1</sup>, Lopez Rita<sup>2</sup>,  
Fac. de Ingeniería<sup>1</sup> Fac. Ciencias Naturales<sup>2</sup> – INENCO – CIUNSa  
Universidad Nacional de Salta  
Avda. Bolivia 5150.  
CP 4400. Salta. Argentina  
Email: [gloria@ciunsa.edu.ar](mailto:gloria@ciunsa.edu.ar), [ritazepol@yahoo.com.ar](mailto:ritazepol@yahoo.com.ar)  
Fax: 0387 - 4255489 – Tel: 0387 – 4255424

### **RESUMEN:**

La biorecuperación de suelos contaminados con hidrocarburo comprende una práctica importante a los fines del tratamiento de residuos y de la descontaminación de suelos afectados por derrames accidentales de hidrocarburo. Para evaluar si la actividad biológica se ve afectada por el lavado del suelo con alta salinidad remanente del biotratamiento, se realizaron ensayos en laboratorio, con suelos provenientes del lanfarming de una empresa de explotación.

Se evaluó los microorganismos heterótrofos totales y la nematofauna del suelo lavado y sin lavar. Se desarrolla el biotratamiento con incorporación de residuos forestales para analizar la dinámica de la bioremediación.

Se observa que el lavado disminuye levemente la salinidad no afectando significativamente la biología del sistema. Un proceso de bioremediación posterior al lavado, reactiva el sistema lográndose remoción de hidrocarburo mejorada con la incorporación de residuos forestales.

**PALABRAS CLAVES:** Bioremediación, salinidad, lavado, actividad petrolera

### **INTRODUCCION:**

El tratamiento biológico de suelos contaminados con hidrocarburos involucra el uso de microorganismos y/o vegetales para la degradación de los contaminantes orgánicos. La actividad biológica altera la estructura molecular del contaminante y el grado de alteración determina si se ha producido biotransformación o mineralización. La biotransformación es la descomposición de un compuesto orgánico en otro similar no contaminante o menos tóxico. La aplicación de técnicas de biorremediación de suelos es eficiente para la remoción de hidrocarburo, pero la salinidad del mismo se mantiene prácticamente constante.

La salinidad es una propiedad química importante que puede afectar la estructura del suelo como así también las propiedades físicas relacionadas con ésta última. La salinidad se puede medir por medio de la conductividad eléctrica. Las sales solubles están constituidas principalmente por los cationes de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> y los aniones Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Los suelos con una conductividad superior a 4 msiemens/cm se consideran salinos.

El lavado del suelo es una alternativa para remover la concentración salina, proceso que podría afectar la biología del sistema.

La presencia de microorganismos en el suelo es muy importante puesto que serán estos los encargados de la degradación del contaminante, la evaluación muestra que la población de heterótrofos totales oscila de 31 a 266 x 10<sup>10</sup> UFC/gr de suelo. En el caso de suelos contaminados con hidrocarburos se requiere de una concentración mínima de microorganismos específicos degradadores 10 x 10<sup>3</sup> a 10 x 10<sup>4</sup> UFC/gr de suelo y de microorganismos heterótrofos totales de 10 x 10<sup>5</sup> a 10 x 10<sup>6</sup> UFC/gr de suelo (Ercoli et. Al, 95-99), que sería una situación favorable para el desarrollo de un proceso de bioremediación. Según Ercoli, el sistema puede degradar rápidamente los hidrocarburos incorporados debido a la presencia de una masa microbiana activa muy importante, entre 9 x 10<sup>10</sup> UFC/gr de suelo y 10 x 10<sup>10</sup> UFC/gr de suelo. Las guías de límites para conductividad eléctrica utilizadas en tratamientos de suelos contaminados aconsejan no superar los 8 msiemens/cm, durante el tratamiento (Deuel, 1.997).

El análisis de la población nematológica del suelo constituye una herramienta valiosa para comprobar la existencia, entre otros organismos, de bacterias, que desempeñan un papel fundamental en los procesos de biodegradación. Son de

especial interés los nemátodos bacteriófagos, pues estos se convierten en una medida indirecta de la presencia y abundancia de bacterias y también de los otros tipos de nemátodos del suelo que nos permiten conocer el grado de alteración o reconstrucción de las cadenas alimenticias que en el suelo se producen.

En el presente trabajo se estudia la influencia de la salinidad en la biorecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos evaluando la biología del suelo después del proceso de lavado.

### METODOLOGIA:

Se parte con suelo con conductividad de 10 msiemens/cm, catalogado como suelo salino.

El lavado consistió en colocar el suelo en un cajón perforado de 30cm x 50cm, con arena en la superficie inferior para propiciar el escurrimiento del agua. Se lavó con 3 litros de agua, de acuerdo a las características de suelo, franco-arenoso, y espesor de suelo en tratamiento. Se caracteriza el suelo en sus parámetros de conductividad, microbiología (heterótrofos totales), nematodos, % HTP/ST, %S.T, %SV, %H, y pH.

Las muestras experimentadas lavadas y sin lavar son sometidas a un proceso de bioremediación de 45 días aproximadamente. Los bioensayos son desarrollados con aporte de residuos forestales y sin su aporte.

Se colocaron las muestras en cajones con capacidad de 13 litros, de manera de tener dos muestras por cajón, de la siguiente manera:



Los cajones fueron colocados en cámara termostatzada a 30°C +/- 3°C y fueron sometidas a un régimen de aireación a través de trabajo manual con rastrillo y humectación con una frecuencia de tres veces por semana

En la siguiente tabla se muestra el seguimiento realizado a las muestras de suelo, con el fin de estudiar y comparar la evolución de la biología del suelo y la degradación del hidrocarburo.

Análisis físico-químico- biológico	Unidad	Método	DIA						
			1°	7°	15°	21°	28°	35°	42°
Sólidos totales (S.T)	% p/p	Método gravimétrico							
Humedad (H)	% p/p	Método gravimétrico							
Sólidos volátiles (S.V)	% p/p en ST	Método gravimétrico							
% Cenizas (Ce)	% p/p en ST	Método gravimétrico							
Determinación de Hidrocarburos totales	%en ST	Técnica ASTM Dd 1178-60 (modificada por Refinor)							
Conductividad	msiemens/cm	Método conductimetro							
pH		Método potenciométrico							
Nitrógeno total	ppm	Digestión ácida. Kjeldhal							
Fósforo	ppm	Colorimétrica. Método Bray-Kurtz1							
Recuento de Aerobios Heterótrofos totales	ufc/g								
Recuento de la nematofauna		Método de la bandeja de Baermann modificada							

Tabla 1: Parámetros determinados en el biomonitoreo

## RESULTADOS Y DISCUSION:

Los resultados de la evaluación del suelo antes y después del lavado se observan como datos de inicio de las figuras que muestran la dinámica de bioremediación.

La determinación del contenido de macro nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio se realiza para evaluar si se encuentra en los valores óptimos, considerando que los mismos son necesarios para la actividad metabólica y el desarrollo de los organismos, estando dentro de los valores aconsejados, 100:20:1:1 y 100:10:1:1 (C:N:P:K) (Ercoli,1999) (Pozzo Ardizzi, 2000) (Plaza, 2001)

Nitrógeno total	(%)	0.08
Relación C/N		30
Fósforo "extractable"	(p.p.m)	5
Potasio intercambiable	(meq/100 g)	0.26

Tabla 2: Determinación de macronutrientes

La salinidad del suelo determinada por la conductividad, disminuyó con el lavado, desde 1,8 a 1,6 msiemens/cm como se puede observar en el siguiente grafico. Llevando estos datos por correlación a datos evaluados con el método de extracto de suelo esta conductividad bajó desde un 16 a un 12 msiemens/cm, siendo este valor aún alto

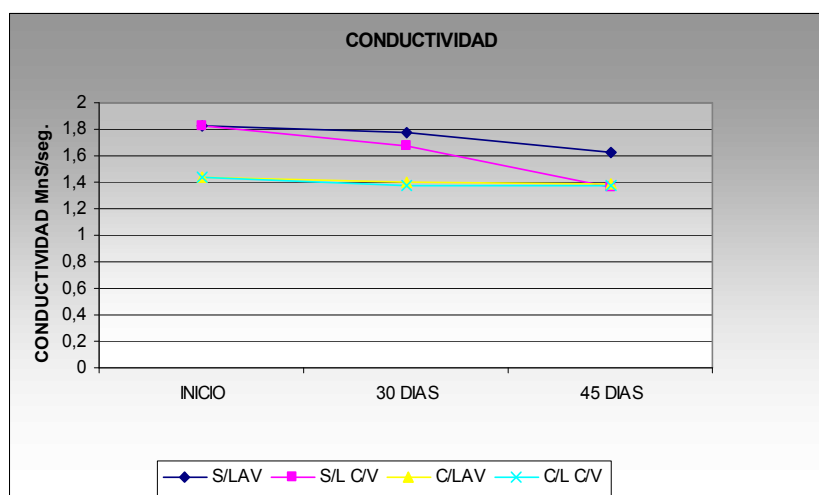


Figura 1: Conductividad eléctrica como msiemens/cm en función al tiempo en (Días) (método de suelo en solución)

En la figura 2 se observan los datos del bioensayo, en donde para los distintos casos existe similar remoción de hidrocarburo.

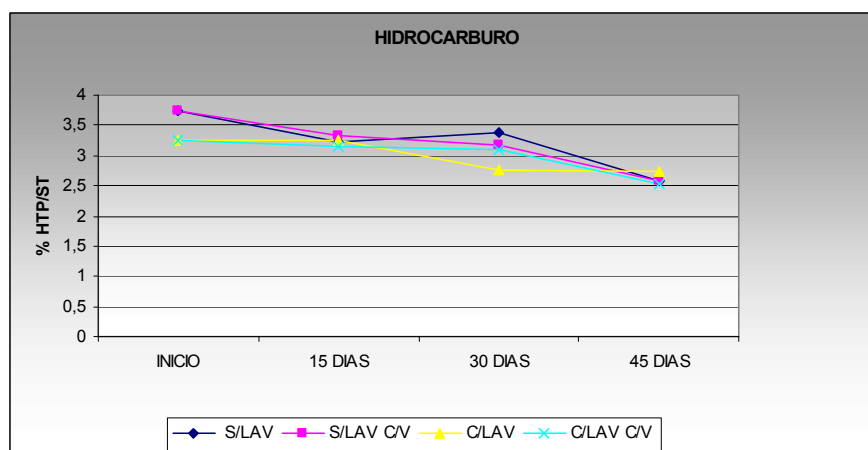


Figura 2: Hidrocarburo totales como (%en ST) en función del tiempo (días)

La degradación de hidrocarburos fue desde 3,7 a un 2,5% en ST aproximadamente en todos los cajones teniendo un porcentaje de remoción para cada muestra de suelo evaluada de 32%

Se observa la necesidad de mayor tiempo de biodegradación para llegar a un 1 % aproximadamente, valor recomendado para considerar al suelo restituido.

La población microbiológica fluctúa a lo largo del ensayo en las cuatro muestras de suelo, encontrándose siempre en el rango recomendado para una favorable biorremediación. Asimismo, las muestras de suelo con residuos forestales contienen mayor población de microorganismos, debido a la mejor aireación y estructura del suelo. (Figura3)

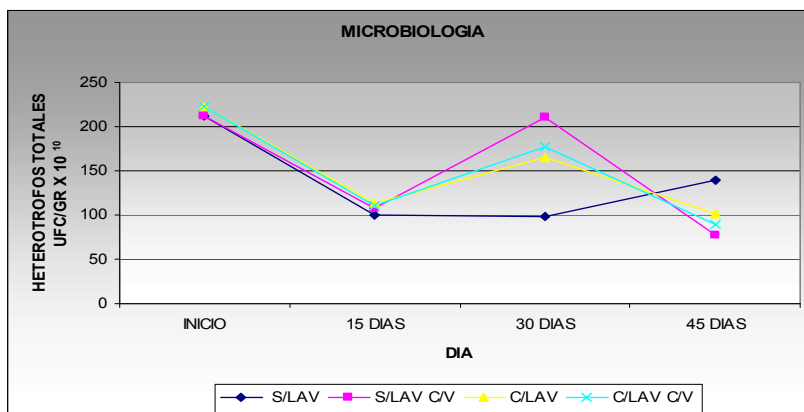


Figura 3: Dinámica de la población microbiana en los bioensayos

La población de nematodos presenta un comportamiento de crecimiento a los 15 días para el caso de las muestras lavadas, para luego estabilizarse en valores similares a las muestras lavadas. (Figura 4)

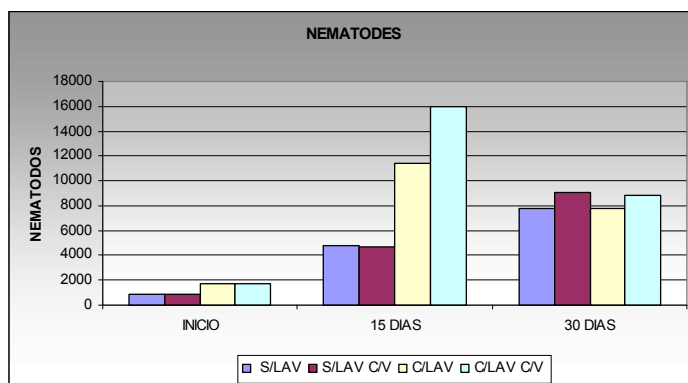


Figura 4: Dinámica de la población de nematodos en los bioensayos

### CONCLUSION:

La biología del suelo después del lavado no se vio afectada significativamente, mostrando un comportamiento similar en la remoción de hidrocarburo en los bioensayos de remediación posteriores al ensayo de lavado. La biorremediación logra una remoción de hidrocarburo aproximada de 35% en 45 días para todos los casos..

El proceso de biorremediación a posteriori de un lavado es apropiado para continuar con sucesivos lavados que garanticen la salinidad final para un uso de suelo con cubierta vegetal propia del lugar, manteniendo la biología del sistema.

La incorporación de residuos forestales tanto en el suelo lavado como sin lavar, fue beneficioso en el proceso de biorremediación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aranda Nelson, Berté Giselli, Quesada Italo, Estudio para determinar opciones de biorremediación en suelos óleo-contaminados. Copes SA. 5as-.Jornadas de Preservación de agua, aire y suelo en la Industria del Petróleo y el gas. 5 al 7 de noviembre de 2003

Ercoli, E.; Galv3ez, J; Videla, C.; Cursi,E; Calleja,C. 1999. Biorremediaci3n de suelos contaminados con hidrocarburos. INGEPET 99, Lima. Per3.

Plaza G. Otero M., et al. "Biorremediaci3n de suelos contaminados con hidrocarburo". AVERMA. Vol. 5 Pag. 63-67. 2001. ISSN 0329-5184

Pozzo Ardizzi M:G., Ferrari M. y Calder3n G., 4tas Jornadas de Preservaci3n de agua, aire y suelo en la Industria del Petr3leo y del Gas. 3al 6 de octubre de 2000. Salta- Rep3blica Argentina

#### **ABSTRACT**

The biorecuperation of hydrocarbon contaminated soils is an important practical to the waste treatment and to decontaminating soil affected with hydrocarbons accident overflow. To evaluate the biological activity throw the high salinity soil washing, it was performed essays in laboratory. It was used soil from an exploitation enterprise landfarming

It was evaluated total heterotrophos microorganism and the nemathodes of the washed soil and without washed soil. It was developed the biotreatment with forest waste incorporation for analyze bioremediation dynamic.

It was observed that the washing softly minimized the salinity, not affecting the system biological. The bioremediation after the washing, reactive the system, It was obtained better hydrocarbon remotion with forest waste incorporation.

#### **KEY WORDS**

Bioremediation, salinity, washing, petroleum activity