



# XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería



## PRODUCCION DE RAMNOLÍPIDOS Y SU APLICACIÓN EN EL LAVADO Y BIODEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES EN SUELOS.

José Roberto González Reyes<sup>1</sup>, Jorge Noel Gracida Rodríguez<sup>2</sup> y Luis Gilberto Torres Bustillos<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>UPIBI-IPN, departamento de Bioprocesos, México DF., C.P. 07340. [zerj\\_000@hotmail.com](mailto:zerj_000@hotmail.com)

<sup>2</sup>UPP, Biotecnología Ambiental. Zempoala, Hidalgo.

*Palabras clave:* hidrocarburos, lavado de suelos, ramnolípidos.

**Introducción.** La contaminación en suelos por derrames de hidrocarburos, es un problema común en México. Con tecnologías de remediación se puede recuperar la calidad del suelo. El lavado y la biodegradación son tecnologías que permite extraer o eliminar contaminantes del suelo [1], emplear tensoactivos aumenta la remoción del contaminante tanto en los lavados como en la biodegradación. Por ventajas tales como; baja toxicidad, eficiencia a bajas dosis y viabilidad de producción, los biotensoactivos son vistos como una nueva alternativa para remediar sitios dañados. Los ramnolípidos (RL) producidos por *P. aeruginosa* han mostrado ser eficientes frente al tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos totales del petróleo (HTP) y metales pesados, no obstante, el uso de RL implica altos costos debidos a su aplicación en forma pura. El objetivo del presente estudio es evaluar una alternativa, de bajo costo, para aplicar ramnolípidos en el lavado de suelos con distintos contaminantes y en la biodegradación de HTP en suelo.

**Metodología.** Los RL fueron producidos a nivel de matraces (150 mL) usando ácido oleico comercial como fuente de carbono. El caldo de fermentación (CF) fue esterilizado y secado hasta obtener un producto seco (PS), se calculo el contenido del RL en el PS. Se prepararon soluciones del PS a diferentes concentraciones y bajo diferentes condiciones tales como: fuerza iónica ( $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$ ), pH (4-10) y filtrado (membrana de 0.5  $\mu\text{m}$ ), se determinó la concentración micelar crítica (CMC). Fue lavado un suelo contaminado con 6,500 mg HTP/Kg suelo seco como se describe en [2], utilizando tensoactivos químicos, gomas naturales y el RL. También, un suelo industrial contaminado con metales se lavó con distintas concentraciones de RL. Se determinaron los HTP y metales pesados como se describen en [3] y [4], respectivamente, antes de después del lavado. El PS del presente proyecto y dos productos más de RL fueron preparados por el grupo de trabajo (PS de grasa de cerdo y borrego, como fuente de carbono) fueron utilizados en pruebas de biodegradación con sistemas de microcosmos siguiendo el diseño experimental de Box Behnken. Además, se determinaron HTP y bacterias aerobias facultativas.

### Resultados.

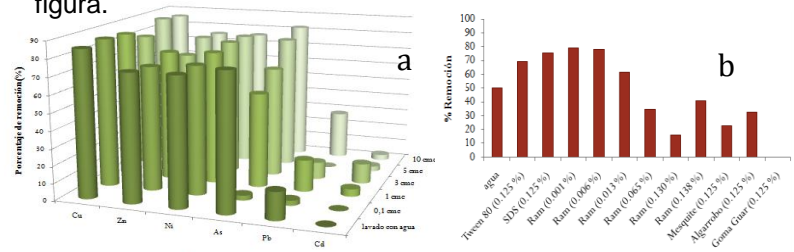
El PS se caracterizo en relación a la CMC, los resultados se muestran en la tabla 1. Es evidente que hay un efecto en la capacidad para formar micelas por parte de los RL, como consecuencia de la variación del pH. Además, de acuerdo al valor de la CMC, filtrar el PS influye de

manera que su valor aumenta de 25 a 175 mg/L RL. La presencia de metales como calcio y hierro, no afecta significativamente las propiedades del RL al pH evaluado.

**Tabla 1.** Efecto del filtrado, pH, presencia de metales  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$  en la CMC del RL presente en el PS.

Condición evaluada	Nivel de evaluación medio directo	CMC (mg RL/L)
Sin filtración		25,70
Filtración con membrana	0.45 $\mu\text{m}$ DP	175,76
pH	4.0	150,49
pH	5.0	56,57
pH	6.0	149,40
pH	8.0	106,44
pH	10.0	81,73
Contenido de $\text{Ca}^{++}$	0.5 mM	35,15
Contenido de $\text{Ca}^{++}$	1 mM	40,75
Contenido de $\text{Ca}^{++}$	2 mM	40,75
Contenido de $\text{Fe}^{+++}$	0.5 mM	41,19
Contenido de $\text{Fe}^{+++}$	1 mM	37,68
Contenido de $\text{Fe}^{+++}$	2 mM	40,97

Las eficiencias de lavado de los tensoactivos en los dos tipos de suelos estudiados se presentan en la siguiente figura.



**Figuras 1.** a) Remoción de metales pesados empleando RL. b) Remoción de HTP con diferentes tensoactivos incluidos los RL.

La remoción de metales está asociada a la capacidad de complejación de cada metal con los RL. Los HTP son removidos con eficiencias mayores cuando los RL se aplican en menores concentraciones y son tan eficientes como los tensoactivos químicos. Además, las pruebas de biodegradación indican que los RL son capaces de remover HTP en un rango de 50 a 70 % dependiendo del tipo de PS empleado, la temperatura y la dosis (datos no mostrados).

**Conclusiones.** Se comprobó la capacidad utilizar RL, sin la necesidad de purificar el producto, en el lavado y biodegradación.

**Agradecimiento.** El trabajo fue apoyado por el proyecto SIP 20100120.

### Bibliografía.

- [1] Volke, T. & Velasco, J. A. (2002). Tecnología de remediación de suelos contaminados. Instituto Nacional de ecología (INE-SEMARNAT), Editores e Impresores, S.A. de C.V. 22 pp.
- [2] Torres, L. G., Lemus, X. and Iturbe, R. (2007) Do the characteristics of crude oil in contaminated soils affect the removal by washing?. *Land contamination and Remediation* 15 (4), 1-9.
- [3] Fernández, L. C., Rojas, N. G., Roldan, T. G., Ramirez, M. E., Zegarra, H. G., Uribe, H., Reyes, R. J., Flores, D. and Arce, J. M. (2006) Manual de técnicas de análisis de suelo aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Instituto mexicano el petróleo, México.
- [4] NMX-AA-51-1981 Determinación de metales - Método espectrofotométrico de absorción atómica.