



## BIODEGRADACIÓN DE 4 HIDROCARBUROS POLICICLICOS AROMÁTICOS Y EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD DE LOS PRODUCTOS GENERADOS.

Isaac Tello, Elba Villegas y Maria del Refugio Trejo. Laboratorio de Biotecnología Ambiental, Centro de Investigación en Biotecnología de la UAEM. Avenida Universidad # 1001 Col. Chamilpa Cuernavaca Morelos, (777) 3 297057, itellos@cib.uaem.mx

*Palabras clave: Biorremediación, Hidrocarburos policiclicos aromáticos, Genotoxicidad.*

**Introducción.** En los procesos de biorremediación se hace énfasis a la desaparición de compuestos tóxicos sin embargo durante el proceso, los productos de su transformación no son caracterizados. Una de las fracciones del petróleo y quizás la mas recalcitrante es la fracción aromática, los cuales han sido el foco de atención en muchos países por su alto potencial tóxico y carcinógeno para el humano. (1). En estudios realizados recientemente se ha demostrado que los productos de su transformación de estos compuestos pueden ser más tóxicos que los compuestos originales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la biodegradabilidad de 4 hidrocarburos policiclicos aromáticos (HPA's) así como, evaluar la genotoxicidad de los productos generados e identificar los posibles metabolitos responsables de la genotoxicidad.

**Metodología.** La biodegradación se realizó a nivel microcosmos en frascos de 20 ml conteniendo 10 g de suelo contaminado artificialmente con 200 ppm de benzo(a)pireno, (B(a)p) criseno, antraceno y fluoreno individualmente. Se realizaron dos estrategias de biorremediación, la primera consistió en la bioestimulación de la flora autóctona con la adición de medio mineral M9 y en la segunda, el suelo se enriqueció con un consorcio microbiano aclimatado a altas concentraciones de HPA's, de forma paralela, se realizaron pruebas de adsorción de los HPA's a la matriz del suelo. Como la desaparición estaba en función de la biodegradación y la adsorción y se determinó la concentración real biodegradada para los 4 compuestos. Se realizó la prueba de Ames (2) para evaluar la genotoxicidad durante los tratamientos. Los metabolitos generados fueron analizados con un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de masas (CG-MS).

**Resultados y discusión.** Los resultados de desaparición para ambos tratamientos fueron similares, alcanzando valores superiores a las 70 ppm para los cuatro compuestos. Los suelos tratados abióticamente mostraron que existe una fuerte sorción de estos compuestos a la matriz del suelo. A pesar de la fuerte sorción a la matriz del suelo, los valores reales de biodegradación fueron elevados, obteniendo una degradación aproximada del 70% de B(a)P, 30% para criseno, 12% para fluoreno y 17% para antraceno en ambos tratamientos. Ver cuadro 1. La prueba de genotoxicidad mostró que solo los productos de la transformación de B(a)P a los 30, 45 y 60 días de tratamiento manifestaron actividad mutágena. Los análisis de estos tiempos en el (CG-MS) reveló la aparición de un

compuesto, el cual corresponde a Benzo (a) antraceno, 5,6 diona, compuesto químico que presenta características de ser probable carcinógeno para el ser humano. (3)

*Cuadro 1. Valores de biodegradación real para los 4 HPA's en ambos tratamientos, a diferentes tiempos de las cinéticas. Los valores están representados en ppm biodegradadas.*

| Tratamientos     | Bioestimulado | Bioestimulado + Bioaumentado |
|------------------|---------------|------------------------------|
| <b>Antraceno</b> | 34.97± 3.56   | 42.59 ± 3.31                 |
| <b>Fluoreno</b>  | 25.92 ± 12.59 | 40.90 ± 12.47                |
| <b>Criseno</b>   | 59.59 ± 10.18 | 69.22 ± 9.24                 |
| <b>B(a)P</b>     | 175.41± 4.55  | 142.66 ± 4.37                |

**Conclusiones.** Se estableció un inóculo capaz de tolerar altas concentraciones de HPA's a través de un proceso de enriquecimiento. Las estrategias utilizadas para la degradación de los HPA's fueron eficientes, ya que se alcanzaron porcentajes desde 50 hasta 170 ppm. Los procesos abióticos tienen una influencia muy significativa en la retención de los HPA's, esto fue claramente evidenciado para antraceno. El análisis de los extractos obtenidos de las cinéticas de biodegradación por CG-MS, permitió detectar la aparición de diferentes metabolitos por la transformación de los compuestos. Los resultados obtenidos por la prueba de Ames muestran un efecto mutágeno de algunos metabolitos productos de la biodegradación a los: 30, 45 y 60 días solamente para Benzo (a) pireno, y se presume que los metabolitos generados son mutágenos.

**Agradecimientos.** Agradezco al Dr. Rafael Villalobos Pietrini y al Biol. Alejandro Frías Villegas de la U.N.A.M. por donar amablemente las cepas TA100 y TA98 para realizar la prueba de Ames.

### Bibliografía.

- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (2002). Toxicological profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH's) Update. U.S. Department of Health and Human Services.
- Dorothy, M. and Ames, B. (1983). Revised methods for *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Research*. (113): 173-215.
- IARC (1973). Some Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Heterocyclic Compounds. *IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans*. (3). Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 271 pp.