



CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS EN CENOTES DE QUINTANA ROO A CAUSA DEL DESARROLLO TURÍSTICO EN EL CARIBE: BIORREACTORES PARA SU REMEDIACIÓN

Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez, Sergio Alejandro Medina-Moreno, Angélica Jiménez-González, Universidad Politécnica de Pachuca, Ingeniería en Biotecnología, Zempoala, C. P. 42186, chamarripas@yahoo.com.mx.

Hidrocarburos, cenotes, turismo.

Introducción. El turismo es la principal fuente de ingresos para el desarrollo económico el Caribe (1). Los cenotes (cavernas inundadas) son uno de los principales atractivos turísticos de la región. La información acerca de la contaminación por hidrocarburos en cenotes debido al transporte de turistas es escasa (2).

El objetivo de este trabajo es evaluar la contaminación por hidrocarburos en cenotes del Estado de Quintana Roo y usar biorreactores airlift para su remediación.

Metodología. Fueron muestreados 11 cenotes de Quintana Roo (Fig. 1), durante dos temporadas turísticas: alta (julio), y baja (noviembre) de 2012 usando la NMX-AA-014-1980. La concentración de hidrocarburos se determinó mediante cromatografía de gases (1). Del cenote más contaminado se obtuvo un consorcio microbiano y se hizo crecer en biorreactores airlift evaluando su capacidad para degradar una mezcla de hidrocarburos rango diesel.

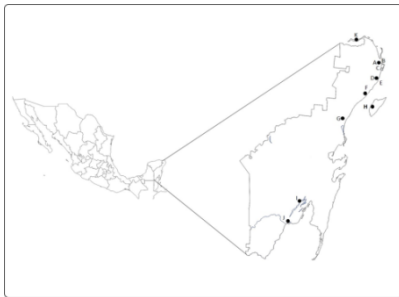


Fig. 1. Cenotes estudiados en Quintana Roo: Cancún (A,B,C) (21°11' 25.5" N, 86°50' 14.9" W; 21° 9' 41.3" N, 86° 51' 0.81" W; 21° 8' 19" N, 86° 51' 39.35" W), Puerto Morelos (D,E) ((20° 50' 53.7" N, 86° 52' 33.98" W), Riviera Maya (F,G) (20°39' 43.59", 87°4' 7.25" W; 20° 12' 31.26" N, 87° 28' 21.81" W); Cozumel (H) (20°26'35"N, 86°59'40"W); Chetumal (I,J) (18° 46' 2.37" N, 88° 18' 24.92" W; 18°30' 50.98"N-88°25' 27.29" W); Holbox (K) (21°32' 16.0 " N, 87°13' 12.0 " W).

Resultados. En temporada alta se encontró fenantreno, naftaleno y benceno entre los hidrocarburos contaminantes más comunes en los cenotes ubicados en Cancún y Playa del Carmen, (A, B, C, F) dos polos turísticos bien desarrollados. Otras regiones de Quintana Roo, con desarrollo de turismo intermedio (Puerto Morelos, Tulum, Cozumel y Bacalar) (D, E, G, H, I, J) muestran la presencia de hidrocarburos también. Holbox (K), que es un reciente polo de desarrollo turístico, donde el transporte de turistas y lugareños es bajo, no presenta contaminación por los hidrocarburos. En temporada baja prácticamente no se detectaron hidrocarburos (Tab. 1).

Tabla 1. Concentración de hidrocarburos en los cenotes muestreados durante temporada alta (julio) y baja (noviembre) de 2012.

Punto de muestreo	Hidrocarburo y concentración (mg/L), Temporada alta	Hidrocarburo y concentración (mg/L), Temporada baja
A	Naftaleno, 5.94 ± 3.62 Fenantreno, 0.09 ± 0.02	Fenantreno, 0.07±0.02
B	Hexadecano, 2.02 ±2.09	NP
C	NP	NP
D	Pireno, 4.96 ± 0.10 Fenantreno, 0.53 ± 0.19	NP
E	Hexadecano, 3.18 ± 0.02 Fenantreno, 2.54 ± 0.02	NP
F	Benceno, 1.00 ± 0.01 Benzo (a) Pyreno, 9.67 ± 0.02 Decano, 1.33 ± 0.07 Hexadecano, 5.87 ± 0.23	NP
G	Naftaleno, 2.57 ± 0.11	NP
H	Naftaleno, 3.48 ± 0.09 Hexadecano, 2.15 ± 0.19	NP
I	Naftaleno, 2.18 ± 0.54	NP
J	Pireno, 1.14 ± 0.11	NP
K	NP	NP

La Fig. 2 muestra la degradación del diesel por el consorcio microbiano obtenido del cenote del punto de muestreo F (Riviera Maya), a diferentes concentraciones iniciales de hidrocarburo en un biorreactor airlift. En cuatro días se agota el hidrocarburo.

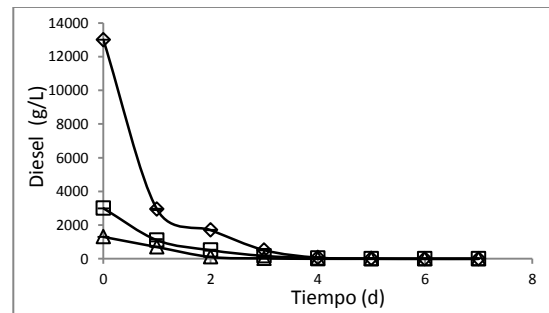


Fig. 2 Diesel residual por un consorcio microbiano obtenido: ◇ 13 g/L, □ 3 g/L, △ 1.3 g/L.

Conclusiones. El desarrollo turístico está causando la contaminación por hidrocarburos en cenotes de Quintana Roo. Los biorreactores airlift son una alternativa para su remediación.

Agradecimiento. Al CONACYT, proyecto con solicitud 225559 respondiendo a la convocatoria INFR-2014-01.

Bibliografía.

1. Medina-Moreno S.A., Jiménez-González A. Gutiérrez-Rojas M. Lizardi-Jiménez M. A. (2014). *Rev Mex Ing Quim.* 13(2): 509-516.
2. Davenport J., Davenport J.L. (2006). *Estuarine Coastal Shelf Science.* 67(1):280-292.