

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309736743>

CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS EN LA CUENCA LAGUNA DE BACALAR Y BIORREACTORES PARA SU REMEDIACIÓN

Conference Paper · October 2016

CITATIONS

0

READS

777

2 authors:



Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

69 PUBLICATIONS 202 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ricardo Hernández Martínez

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

31 PUBLICATIONS 58 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Aprovechamiento de residuos agro-industriales de la Cuenca del Papaloapan [View project](#)



Hydrocarbon biodegradation [View project](#)

CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS EN LA CUENCA LAGUNA DE BACALAR Y BIORREACTORES PARA SU REMEDIACIÓN

Ricardo Hernández-Martínez ^a, Manuel Alejandro Lizardi-Jiménez ^b

^a CONACyT-Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Av. Veracruz S/N Esq. Héroes de Puebla, Colonia Pemex. C.P. 95180, Tierra Blanca, Veracruz, México. E-mail: odracirhema@gmail.com

^b CONACyT-Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Av. Veracruz S/N Esq. Héroes de Puebla, Colonia Pemex. C.P. 95180, Tierra Blanca, Veracruz, México. E-mail: chamarripas@yahoo.com.mx

RESUMEN

En este trabajo se estudió, en una serie histórica de dos años (2014 y 2015), la presencia de hidrocarburos contaminantes en cuerpos de agua de la Cuenca de Laguna Bacalar. Se detectaron hidrocarburos aromáticos policíclicos: naftaleno ($2.18 \pm 0.54 \text{ mg L}^{-1}$), pireno (1.14 ± 0.11 y $2.10 \pm 0.11 \text{ mg L}^{-1}$) y fenantreno ($1.08 \pm 0.11 \text{ mg L}^{-1}$) durante la temporada alta vacacional (julio) y prácticamente ausencia de contaminación por hidrocarburos en la temporada baja vacacional (octubre). Adicionalmente se realizaron análisis para identificar microorganismos nativos de un cenote contaminado con hidrocarburos del Estado de Quintana Roo y se realizó el cultivo en biorreactores airlift. Se corroboró la capacidad del consorcio nativo para degradar hidrocarburos obteniéndose altas tasas de degradación ($13\ 000 \text{ mg L}^{-1}$ de hidrocarburos en 14 días). El uso de consorcios microbianos nativos es una alternativa de remediación para cuerpos de agua contaminados con hidrocarburos en la Cuenca de Laguna Bacalar.

Palabras clave: Cuenca Laguna Bacalar, contaminación, hidrocarburos, remediación, microorganismos

1 INTRODUCCIÓN

Estudios recientes indican que el desarrollo intensivo del turismo en la costa del Estado de Quintana Roo (Medina-Moreno y col., 2014), está provocando la contaminación de sus acuíferos lo que, a su vez, repercute en los ecosistemas marinos (Chi Tran y col., 2002) ya que son sistemas interconectados (Sánchez y Pinto y col., 2016).

El suelo del Estado de Quintana Roo, en dónde se ubica la Cuenca de Laguna de Bacalar, es una formación caliza de gran permeabilidad; una especie de esponja, llena de pozos o cuevas subterráneas de agua dulce, conocidas como cenotes que son importantes focos de atracción turística en la zona, ya que muchos se han preparado para la actividad recreativa (Lizardi-Jiménez 2012). Sin embargo, también son una vía libre para la contaminación ya que los residuos se filtran en este laberinto de cuevas, y los contaminantes fluyen rápidamente a través de ellas hasta el mar. Se ha detectado la presencia de hidrocarburos alifáticos y aromáticos policíclicos (HAP's) en cuerpos de agua dulce en el estado (Gold-Bouchot, 2009; Medina-Moreno y col., 2014; Lizardi-Jiménez y col., 2016). Sin embargo falta un seguimiento en el tiempo y el espacio. Por otro lado, se han reportado el uso de consorcios microbianos para remediar esos cenotes contaminados.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la contaminación por hidrocarburos en la Cuenca Laguna de Bacalar y usar biorreactores como alternativa de remediación.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio, especies estudiadas, materiales empleados, procedimientos utilizados, medida de variables, tratamientos estadísticos, información pertinente y base de datos de investigación (si procede). Esta sección debe contener la información necesaria y suficiente para la corroboración y evaluación adecuada de los diseños experimentales y de los métodos en general por parte de otros investigadores.

Puntos de muestreo

Se recolectaron muestras del agua de dos cenotes de la Cuenca Laguna de Bacalar con las siguientes coordenadas geoespaciales: (18° 46' 2.37" N, 88° 18'24.92" W; 18°30' 50.98"N-88°25' 27.29" W). La recolección se llevó a cabo de acuerdo a la normatividad mexicana tomando la muestra a 1-1.5 m de profundidad y se almaceno para su transporte en viales de vidrio a 4 °C (NMX-AA-014-1980).

Consorcio microbiano y cultivo

Un consorcio microbiano hidrocarbonoclasta obtenido de un cenote de cercano a Playa del Carmen (Lizardi-Jiménez y col., 2014) fue cultivado en un biorreactor airlift usando medio mineral (Medina-Moreno y col., 2014) y 13 000 mg L⁻¹ de diésel como única fuente de carbono.

Sólidos suspendidos

Los sólidos suspendidos, que incluyen al consorcio microbiano degradador de hidrocarburos fueron determinados por centrifugación diferencial y técnicas gravimétricas como se indica en un trabajo previo (Lizardi-Jiménez y col., 2014).

Diesel

El diésel residual total fue determinado por extracciones con solvente hexano y cromatografía de gases de acuerdo a trabajos previos (Medina-Moreno y col., 2014).

3 RESULTADOS

Hidrocarburos presentes en cenotes

En la Tabla 1 se muestra la presencia y concentración de hidrocarburos en los cenotes muestreados en la Cuenca Laguna de Bacalar durante 2014 y 2015 en temporada vacacional “alta” (julio) y temporada “baja” (octubre). Se hace evidente la presencia de naftaleno y pireno en temporada alta y la ausencia de hidrocarburos en la temporada baja.

Tabla 1. Concentración de hidrocarburos en los cenotes muestreados en la Cuenca Laguna de Bacalar durante 2014 y 2015 en temporada vacacional “alta” (julio) y temporada “baja” (octubre). Adicionalmente se muestran los resultados de muestreos previos en los mismos puntos en 2012 y 2013 reportados previamente por Medina-Moreno y col., 2014.

Año	Temporada turística	Laguna Bacalar		Laguna Milagros	
		18°30' 50.98"N, 88°25' 27.29" W		18° 46' 2.37" N, 88° 18'24.92" W	
2012*	alta	Naftaleno	2.18 ± 0.54	Pireno	1.14 ± 0.11
	baja	nd		nd	
2013*	alta	Antraceno	0.022 ± 0.00	nd	
	baja	nd		nd	
2014	alta	Naftaleno	2.18 ± 0.54	Pireno	1.14± 0.11
	baja	nd		nd	
2015	alta	Fenantreno	1.08 ± 0.11	Pireno	2.10± 0.11
	baja	nd		nd	

La presencia de naftaleno y pireno coincide con lo reportado por el grupo de investigación para cenotes reportados en la Cuenca Laguna de Bacalar con coordenadas: (18° 46' 2.37" N, 88° 18'24.92" W; 18°30' 50.98"N-88°25' 27.29" W) en donde se detectaron hidrocarburos aromáticos policíclicos: naftaleno, pireno y antraceno. Estos hidrocarburos presentan propiedades cancerígenas y es necesario implementar técnicas para su remediación. Un trabajo de nuestro grupo (Hernández y col., 2013) mostró la presencia de HAPs: fenantreno y naftaleno en cenotes de la ciudad de Cancún. A la postre, el mismo grupo de trabajo amplió el estudio a lo largo del estado para comprobar el impacto del tamaño del sitio turístico, desde los muy visitados como Cancún y la Riviera Maya hasta uno escasamente desarrollado, como Holbox. El resultado fue la sociedad entre el tamaño del sitio y la presencia de hidrocarburos (Medina-Moreno y col., 2014). La concentración de hidrocarburos también se relacionó con la temporada turística, los cenotes durante la temporada “alta” mostraron mayor concentración y diversidad de hidrocarburos que en la temporada “baja”.

Biorreactores airlift como alternativa de remediación

En trabajos previos (Lizardi-Jiménez y col., 2014) trabajando con biorreactores airlift y un consorcio microbiano obtenido de un cenote se observó la degradación de más de 4000 mg L de naftaleno y fenantreno en cultivos en lotes de 7 días. La capacidad de este consorcio también fue demostrada en Medina-Moreno y col., 2014 para degradar incluso una mezcla de hidrocarburos alifáticos como es el diésel a 13 000 mg L⁻¹. En el presente trabajo se realizó un cultivo de 14 días coincidiendo la degradación de diesel a 13 000 mg L⁻¹, se removió el 100 %.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La contaminación por hidrocarburos en cenotes de la Cuenca Laguna de Bacalar en Quintana Roo es un problema naciente, pero que puede aumentar debido al incremento de carros a mediano y largo plazo. Es necesario monitorear en series históricas y por polo turístico la concentración de estos agentes contaminantes, sobre todo de hidrocarburos aromáticos policíclicos tales como naftaleno y pireno para proponer las alternativas, incluyendo las biotecnológicas como solución al problema.

5. AGRADECIMIENTOS

Al proyecto 694 de Cátedras CONACYT.

6. LITERATURA CITADA:

Lizardi-Jiménez, M.A. 2012. Biorreactores airlift para el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos en el Estado de Quintana Roo. *Agua en Quintana Roo*, 3: 12-15.

Medina-Moreno, S.A., Jiménez-González, A., Gutiérrez-Rojas, M., Lizardi-Jiménez, M.A.. 2014. Hydrocarbon pollution studies of underwater sinkholes along Quintana Roo as a function of tourism development in the Mexican Caribbean. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13: 509-516.

Chi Tran K., Euan J. Isla M.L. 2002. Public perception of development issues: Impact of water pollution on a small coastal community. *Ocean and Coastal Management*, 45: 405-420.

Sánchez y Pinto, I.A., Cervantes-Martínez, A., González R.A., Vázquez, M.E., Gutiérrez-Aguirre, M.A. 2016. Evidencia de flujo preferencial al mar, del Cenote Caletita, en Cozumel, México. *Ingeniería*, 19: 1-2

Gold-Bouchout, G., Metcalfe, D., Drouillard, K. 2009. Contaminantes tradicionales y emergentes, un amenaza para el acuífero. En Libro de resúmenes del seminario: Análisis de la vulnerabilidad y riesgo de la contaminación de las aguas subterráneas en la península de Yucatán (F. Bautista et al., eds), Pp 35. CIGA-UNAM, Mérida, Yucatán.

Lizardi-Jiménez, M. A., López Sánchez, E. Y., Gómez-de-Jesús, A., García-Cruz, N. U., & Hernández-Flores, C. I. 2016. Sinkhole-Native Oil-Degrading Microbial Consortium for Hydrocarbon-Polluted Seawater Remediation. *CLEAN–Soil, Air, Water*.