

ÁREA
AGUA

1) Agua potable: Osmosis Inversa en la remoción de arsénico, importancia del manejo de residuos generados.

Autores: Ma. Teresa Alarcón Herrera, Gabriela Pineda Chacón, Mario A. Olmos Márquez

2) Effect of pH fluctuations on pathogenic bacteria removal in domestic wastewater

Autores: Esi Awuah, Henk Lubberding and Huub Gijzen

3) Estudio de autosuficiencia de Organismos Operadores en México.

Autores: Martha Patricia Hansen Rodríguez, Víctor Hugo Alcocer Yamanaka, Yenni Laurel Varela

4) Calidad de agua y su distribución en la sociedad de zonas turísticas repercusiones de género

Autores: Rosa María Leal Bautista, Cinthya Grimaldo Hernández. Leonardo Manjarrez Becerril

5) Comportamiento de contaminantes prioritarios (hidrocarburos aromáticos policíclicos -HAPS) dentro del proceso tratamiento de lodos activados de aguas residuales urbanas

Autores: Cecilia Morales-Juárez, Carlos Quintal-Franco, Felipe Tuz-Poot, David Muñoz-Rodríguez, Carmen Ponce-Caballero

6) Degradación de fenantreno en agua de mar por dos consorcios microbianos: natural y mixto y cepas puras aisladas

Autores: Ponce-Caballero Carmen, García-Uitz Karla, Giacóman-Vallejos Germán

Agua potable: Osmosis Inversa en la remoción de arsénico, importancia del manejo de residuos generados

^aMa. Teresa Alarcón Herrera, ^aGabriela Pineda Chacón, ^bMario A. Olmos Márquez

^aCentro de Investigación en Materiales Avanzados_ Unidad Durango (CIMAV-U-Durango). Victoria 147 Norte., Centro Histórico, Durango , Dgo., 34000, México.

^bFacultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Chihuahua, (UACH).

Palabras clave: Arsenico, agua, residuos, manejo.

Introducción. Millones de seres humanos son expuestos a niveles excesivos de As a través del agua de consumo humano. En México existen diversas zonas afectadas por altas concentraciones de As en el agua subterránea. Para minimizar la exposición de la población al consumo de agua con altas concentraciones de arsénico, en Chihuahua, así como en otros estados de México, se han instalado más de 350 sistemas de osmosis inversa (OI) en 273 comunidades del estado. Sin embargo uno de los principales problemas generado por las plantas de osmosis inversa, es la generación de grandes volúmenes de agua de rechazo (aprox. 50%) cuyo destino final actualmente es la red de alcantarillado municipal, suelo y riego de áreas verdes. El presente estudio tuvo como objetivo, analizar el manejo y disposición del agua de rechazo generada durante la obtención de agua potable por el proceso de OI.

Metodología. Se llevó a cabo el muestreo y análisis del agua a tratar y el agua de rechazo de 116 plantas de OI localizadas en 12 de los municipios del estado de Chihuahua, con la presencia de altas concentraciones de As en agua. La información sobre el manejo y disposición del agua de rechazo fue recolectada para cada planta de OI. Las determinaciones analíticas de las concentraciones de As se realizaron utilizando espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros, previa digestión acida en un equipo de microondas y con los controles de calidad requeridos para las determinaciones analíticas.

Resultados y discusión. Los resultados del muestreo realizado en el agua de los Equipos de OI de las comunidades de estudio, muestran que las concentraciones de As en el agua de entrada varían de una concentración promedio de 0.034 mg/L de As en 17 plantas de OI del municipio de Delicias a 0.098 mg/L en 9 plantas del municipio de Julimes. Posterior al tratamiento el agua tratada, cumplió con los requerimientos de la calidad de agua potable. En lo referente a los residuos generados, el agua de rechazo presentó concentraciones promedio de hasta 0.485 mg/L de As, indicando como era de esperar un alto factor de concentración del metaloide.

La información colectada en el estudio, muestra que el agua de rechazo es descargada principalmente (58%) a

los sistemas de alcantarillado municipal, los cuales a su vez, son descargados sin ningún tipo de tratamiento, contaminando el cuerpo receptor. Como consecuencia, el As dispersado en los ecosistemas acuáticos pueden ser biomagnificadas a través de las cadenas tróficas e incrementar con ello el riesgo de exposición de la población. El valor límite para As en descargas de aguas residuales a cuerpos receptores es de 0.1mg/L para protección de vida acuática y uso público urbano y 0.2 mg/L para riego agrícola (NOM-001-SEMARNAT-1996). El riego de cultivos agrícolas con agua contaminada con As, por la mala disposición del agua de rechazo se ha incrementado enormemente por el número de plantas, propiciando con ello la acumulación del metaloide en suelo, con la posible subsecuente translocación del As a los cultivos. Ello pone en evidencia el alto riesgo que conlleva el regar cultivos con agua que contiene altas concentraciones de As, ya que éste puede ser retenido o trasladado hacia la parte comestible por las plantas en función del metabolismo de cada cultivar (Dahal et al 2007).

Conclusiones. El manejo y disposición inadecuada de los residuos generados por la operación de plantas de OI está ocasionando un deterioro ambiental importante, al aportar altas cantidades de As a los diferentes ecosistemas (suelo, agua y plantas). Ello representa un riesgo de biomagnificación a través de las cadenas tróficas y consecuentemente un incremento de la exposición de la población al metaloide. La limitación de la dispersión del As debe de ser controlada a través del tratamiento y disposición adecuada del agua de rechazo generada en las plantas de OI.

Agradecimientos

Se agradece la realización de los análisis de agua al Ing. Alejandro Benavides Montoya, Laboratorio Químico del CIMAV.

Referencias

1. Dahal, B., Fuerhacker, M., Mentler, A., Karki, K.B., Shrestha, R.R., Blum, W.E.H. (2008). Arsenic contamination of soil and agricultural plants through irrigation water in Nepal. *Environmental pollution*. 155: 157-163.

Effect of pH fluctuations on pathogenic bacteria removal in domestic wastewater

^aEsi Awuah, ^bHenk Lubberding and ^bHuub Gijzen

^a Department of Civil Engineering, KNUST, Kumasi, Ghana.

^b UNSCEO-IHE West Vest Delft 2601 DA Netherlands.

Key words: Pathogens, pH fluctuations, domestic wastewater

Introduction. Several hypotheses have tried to explain the causes of pathogen indicator reduction in domestic wastewater treatment systems. Some of the mechanisms studied include sunlight and sunlight triggered mechanisms such as high pH and DO levels common in algal waste stabilization ponds [5]. Diurnal fluctuations of pH levels accompanied by high faecal coliform removal in algal ponds have also been reported [1] [2]. Faecal coliform removal in waste stabilization ponds may be due to these pH fluctuations. In earlier studies, we found low pH (5) in water lettuce ponds and high pH (>9) with fluctuations in diurnal pH in algal ponds. Low pH was also found to be detrimental to enterococci [2] [3].

The aim of this study is to answer the question: Do pH fluctuations affect faecal bacteria removal more than stable pH?

Methods. An experiment was conducted to determine the effect of pH fluctuations on *Escherichia coli*, coliforms, *Salmonella* and other enterobacteria which were already present in raw domestic wastewater. The pH fluctuations used were in the ranges: 4-9, 7-8, 7-9, 7-10, and 7-11. In addition, the following stable pHs were used: 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 and raw wastewater without any pH adjustment was also included. Also, the effect of pH fluctuations on *E. coli* (ATCC 13706) and enterococci was studied in domestic wastewater sterilised in an autoclave. The experiments were conducted in replicates of three in 100mL opaque plastic containers using domestic wastewater from the Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST) campus in Kumasi, Ghana. The wastewater used was medium strength sewage with BOD between 260-320mg/L and NH₄⁺-N between 32.4 to 48.8mg/L [4]. The pH in the containers was adjusted twice daily at 8GMT and at 16GMT using 0.2N HCl or 0.2N NaOH. The presence of *E. coli*, coliforms, *Salmonella*, and other enterobacteria was determined on chromocult agar after incubation at 37°C for 24hrs [4].

The medium is able to differentiate between *E. coli*, *Salmonella*, other coliforms (coliforms other than *E. coli*) and other enterobacteria, which could not be differentiated by pigmentation. Confirmatory tests were conducted for *E. coli* using EC medium [7]. The confirmatory tests for *Salmonella* were done using growth in tetrathionate base broth as a positive result. Coliforms were confirmed by acid and gas production in MacConkey broth purple at 35°C for 24 to 48 hrs and metallic colonies on Endo agar [7]. Enterococci were determined in Slanetz Bartley medium [8]. Confirmatory tests were done by Gram reaction for Gram-positive cocci in chains and growth in 6.5% saline broth [7]. The average numbers of bacteria from the various dilutions and replications were used to plot a graph based on Chick's law and the decay rates were calculated. Statistical analyses were determined by using least significant differences (LSD).

Results and discussion. Stable pH appeared more detrimental than fluctuating pH to *E. coli* and coliforms in

domestic wastewater and *E. coli* (ATCC 13706), except fluctuating pH of 4-9, which had higher die-off rates than stable pHs of 4, and 9 for *E. coli*. Fluctuations in pH had higher die-off rates than stable pH incubations for *Salmonella* and other enterobacteria (Table 1).

Table 1 Removal rates of faecal bacteria in domestic wastewater at different pH incubations

<i>Escherichia coli</i>				Other coliforms			
Fluctuation pH ranges	k(d ⁻¹)	stable pH	k(d ⁻¹)	pH range	k(d ⁻¹)	stable pH	k(d ⁻¹)
4-9	2.7a ¹	4	1.6f	4-9	2.7a	4	0.8c
7-8	0.4b	5	0.4b	7-8	0.4b	5	0.6c
7-9	2.0c	7	1.5f	7-9	0.7c	7	0.3d
7-10	2.5a	8	1.5f	7-10	1.7b	8	+0.8e
7-11	3.3d	9	1.7f	7-11	1.5b	9	2.1f
raw*	1.1e	10	3.4d	Raw	0.7c	10	1.6b
		11	3.2d			11	1.9f
<i>Salmonella</i>				Other enterobacteria			
Fluctuation pH ranges	k(d ⁻¹)	stable pH	k(d ⁻¹)	pH range	k(d ⁻¹)	stable pH	k(d ⁻¹)
4-9	1.2a	4	1.6f	4-9	0.0a	4	0.0a
7-8	1.0a	5	0.3g	7-8	0.6b	5	+0.1a
7-9	0.5b	7	1.4f	7-9	2.5c	7	0.0a
7-10	3.0ce	8	0.2g	7-10	2.7c	8	0.4d
7-11	3.5d	9	0.9a	7-11	0.6b	9	0.5b
raw	0.7b	10	2.8e	Raw	0.2e	10	0.6b
		11	3.2c			11	0.8b

*raw: raw wastewater (pH range 6.8-7.5) 1Different letters mean significant differences (p < 0.05)

At pH 5, low die-off rates were recorded for *E. coli* and *Salmonella*. Increase in numbers was observed for *E. coli* (ATCC 13706), coliforms and other enterobacteria at pH 5 and 8 incubations. For enterococci, fluctuations in pH were more detrimental than stable pH incubations. Extreme pH treatment of 4, 10, and 11 were found to be most detrimental to all the faecal bacteria used in this study. Lower die-off rates were observed in sterilized wastewater incubations than non-sterilized wastewater incubations. In the sterilized wastewater studies, the die-off rates were found to be lower than that of the non-sterilized wastewater (Tables 1 and 2).

Increase in bacterial numbers were recorded in some of the treatments (Table 1 and 2).

Conclusions. This study shows that pH fluctuations, extremes of pH and presence of other microbes may all contribute to pathogen die-off in domestic wastewater treatment systems.

Acknowledgement. This research is made possible by grants from the Netherlands government through the SAIL foundation.

Table 2 Removal rates of *Escherichia coli* (ATCC1307) and enterococci in sterilized domestic wastewater at different pH incubations.

<i>Escherichia coli</i> (ATCC13706)				<i>Enterococci</i>			
PH range	k(d ⁻¹)	stable pH	k(d ⁻¹)	pH range	k(d ⁻¹)	stable pH	k(d ⁻¹)
4-9	0.4a ¹	4	4.3d	4-9	0.6a	4	1.1c
5-7	1.4b	5	+0.1c	5-7	1.4b	5	1.1c
7-8	+0.4c	7	0.1e	7-8	1.0c	7	0.8c
7-9	+0.3c	8	0.4a	7-9	1.2b	8	0.9c
7-10	0.6a	9	0.0e	7-10	1.0c	9	0.9c
7-11	#	10	1.5b	7-11	0.8c	10	0.9c
Raw*	0.3a	11	#	Raw	0.1d	11	0.9c

*Raw: raw wastewater (pH range 6.8-7.5)

Eliminated in a few hours.

+: increase in numbers.

¹Different letters mean significant differences ($p < 0.05$)

References

1. Awuah E, Asante K, Abohene F, Lubberding HJ and Gijzen HJ. Environmental conditions in macrophyte and algal-based domestic wastewater treatment systems. *Water Science Technology* 44(6), 2001 pp.11-18
2. Awuah E, Asante K, Lubberding, HJ and Gijzen HJ (2002). The effect of pH on enterococci in Pistia, duckweed and algal-based stabilization ponds for domestic wastewater treatment. *Water Science Technology* 45 (1), pp. 67-74
3. Awuah E, Oppong-Peprah M, Lubberding HJ and Gijzen HJ (2004). Comparative performance studies of macrophyte and algal-based stabilization ponds. *Journal Toxicology and Environmental Health. Part A*, 67, pp.1-13.
4. Byamukama D, Kansiime F, Mach RL and Farnleitner H (2000). Determination of *Escherichia coli* contamination with chromocult coliform agar showed a high level of discrimination efficiency for differing faecal pollution levels in tropical waters of Kampala, Uganda. *Applied Environmental Microbiology* 66, 864-868.
5. Curtis TP, Mara DD and Silva SA (1992) Influence of pH, oxygen, and humic substances on ability of sunlight to damage faecal coliforms in waste stabilization ponds. *Applied Environmental Microbiology* 58, pp. 1335-1343.
6. Curtis TP, Mara DD, Dixo NGH and Silva SA (1994). Light penetration in waste stabilization ponds. *Water Research* 28, pp. 1031-1038.
7. Greenberg AE, Clesceri LS and Eaton AD (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA/AWWA. Water Environmental Fed. Washington DC.
8. Niemi RM and Ahtiainen J (1995). Enumeration of intestinal enterococci and interfering organisms with Slanetz-Bartley agar, KF streptococcus agar and the MUST method. *Letters Applied Microbiology* 20(2), pp. 92-7.

Calidad de agua y su distribución en la sociedad de zonas turísticas repercusiones de género

² Rosa María Leal Bautista, ^{1,2} Cinthya Grimaldo Hernández. ¹ Leonardo Manjarrez Becerril

¹ Universidad Autónoma del Estado de México ² Centro de Investigación Científica de Yucatán AC-Unidad de Ciencias del Agua Calle 8 no 39 Mza29. SM64 Cancún, Quintana Roo 77824, México. rleal@cicy.mx

Palabras clave: Calidad de agua, distribución, repercusiones de género.

Introducción. En la zona noreste de la Península de Yucatán (Estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche) la demanda del recurso agua no es su aspecto más vulnerable, la problemática surge en que las características naturales del acuífero implican un deterioro en la calidad del agua. Dos aspectos resaltan en la evaluación de dicha vulnerabilidad, que los ecosistemas son dependientes de la calidad del agua y el desarrollo acelerado de la actividad socioeconómica relacionada con turismo, con una tendencia en aumento a la transformación ambiental. En el suroeste del país se encuentra Quintana Roo el estado con mayor presencia turística de México. Sin embargo en este sentido se comienzan a detectar focos rojos de alteración a la calidad del agua debido al mal manejo de los mismos, lo que va obligando a nuevos sectores a buscar la protección y restauración dada a las afectaciones directas que se van presentando, uno de ellos es la mujer puesto que ella es la encargada de procurar el bienestar familiar (lavado de ropa, preparación de alimentos, higiene de la familia) y cuya labor se ve afectada por la deficiencia en la distribución o la pérdida de la calidad del recurso hídrico

Metodología. Se desarrolló en tres fases, la primera fue el desarrollo e integración de la parte social a través de la estadística del INEGI, la observación y una serie de entrevistas a personas de las comunidades de Quintana Roo. La segunda fase se enfocó en determinar los parámetros básicos de calidad de agua de la NOM-127-SSA-1994 y la tercera fase consistió en la integración de la información recopilada en gabinete sobre los factores que inciden entre la calidad, los problemas sociales y los resultados obtenidos del análisis del agua.

Las zonas de donde se tomaron las muestras fueron de dos localidades a) rural Leona Vicario b) semiurbana Puerto Morelos con desarrollo turístico

Se colectaron muestras del agua de un pozo artesiano que abastece actividades familiares y turísticas (restaurant), así como también de la laguna/rejollada del lugar, así como de siete pozos y dos cenotes la zona de Puerto. Los parámetros analizados fueron pH, Temperatura, Conductividad, Turbidez, Nitritos, Nitratos, así como Coliformes totales y E.coli.

Resultados y discusión. Una vez la mayoría de los sitios de extracción cumplen con las características de calidad físico química señaladas en la norma (NOM-127-SSA-1994). El análisis bacteriológico reportó que tres de

los nueve sitios de recolección se encontró presencia de coliformes totales, aunado a ello, en los pozos de distribución se tuvo presencia de la bacteria E.coli; por lo cual el indicador bacteriológico de la norma no se cumple y se el sistema de distribución está obligado a aplicar el proceso de desinfección. Respecto al factor social, en la zona urbana relacionada a la actividad turística, no se logró percibir en forma directa la correlación entre los vínculos del género y la lucha por un mayor control del aprovechamiento del recurso, sin embargo, en las localidades con menor enfoque turístico, más alejadas y vulnerables a la afectación de la calidad del agua, si observamos este tipo de problemáticas.

Conclusiones. El abastecimiento de agua con calidad en zonas turísticas está determinado por el desarrollo económico que se presenta en la zona. Así mismo la calidad se ve correlacionada fuertemente con este tipo de desarrollo, el uso del agua para fines domésticos y de saneamiento suele estar adjudicado a las mujeres. Sin embargo y a pesar de que esta situación claramente afecta a toda la población el efecto de género queda opacado en las zonas donde se presenta un incremento de actividades relacionadas con la principal actividad económica de la región: el Turismo. Encontrando que es en las zonas que aun no representan interés en este tipo de actividad donde se detecta la brecha género y agua.

Agradecimientos. A los estudiantes de verano de programa Delfín, Jaguar y NIU quienes participaron en la colecta de muestras y aplicación de encuestas.

Referencias

1. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Principales resultados por localidad 2010 (ITER) en línea.
2. Taller “ Proceso de Transversalización de Género y Agua en el Observatorio Urbano Local del Municipio Benito Juárez, Q. Roo, México (2011)

Comportamiento de contaminantes prioritarios (hidrocarburos aromáticos policíclicos -HAPS) dentro del proceso tratamiento de lodos activados de aguas residuales urbanas

¹Cecilia Morales-Juárez, ¹Carlos Quintal-Franco, ²Felipe Tuz-Poot, ³David Muñoz-Rodríguez, ¹Carmen Ponce-Caballero

¹Facultad de ingeniería. Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Industrias No Contaminantes por Anillo Periférico Norte S/N, CP 150 Cordemex, Mérida, Yucatán, México. ^b Facultad de Matemáticas. Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad Autónoma de Yucatán. Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615, Col. Chuburná Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida Yucatán, México. ^c Facultad de Ingeniería Química. Campus de Ingenierías y Ciencias Exactas, Periférico Norte Kilómetro 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburna de Hidalgo Inn, C.P. 97203. Mérida, Yucatán, México. al_cecyl1204@yahoo.com.mx

Palabras clave: degradación, fenantreno, agua de mar

Introducción. Las aguas residuales urbanas dependiendo del sistema de drenaje pueden ser una mezcla de diversas descargas, tanto de actividades domésticas como de establecimientos comerciales o de servicios, de escurrientías¹, etc., las cuales, debido a su disposición final, pueden descargarse directamente al manto freático, en un cuerpo receptor de agua o en algún sistema de tratamiento convencional como el de lodos activados. Sin embargo, por la diversidad de fuentes o descargas que influyen, en este tipo de aguas se han identificado diversos contaminantes prioritarios como los 16 HAPs establecidos por la EPA y por varios países europeos^{2,3,4}. Estos contaminantes debido a sus propiedades fisicoquímicas, y como consecuencia de su naturaleza lipofílica e hidrofóbica, pueden entrar a los sistemas de tratamiento de aguas residuales asociados a la materia orgánica particulada⁵. Estos contaminantes pueden representar un riesgo de toxicidad ambiental dependiendo a los niveles de concentración en los que se encuentren; también pueden causar disrupción endocrina en diversos organismos marinos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar 16 HAPs (naftaleno, Nap; acenaftileno, AcPY; acenafteno, AcP; fluoreno, Flu; fenantreno, Phe; antraceno, Ant; fluoranteno, Flt; pireno, Pyr; benzo(a)antraceno, BaA; criseno, Chr; benzo(b)fluoranteno, BbFlt; benzo(k)fluoranteno, BkFlt; benzo(a)pireno, BaP; indeno[1,2,3c-d]pireno, IPy; dibenzo(a,h)antraceno, DahA; Benzo[g,h,i]perileno, BghiP) y estudiar su comportamiento dentro del proceso de tratamiento de lodos activados.

Metodología. 1. Se llevaron a cabo 3 muestreos de agua residual urbana en una PTAR de lodos activados de la ciudad de Mérida. 2. Toma de muestras de 1L, en 3 puntos diferentes dentro del proceso de tratamiento (influyente, Inf; reactor biológico, BR; y efluente, Efl). 3. Filtración de muestras (filtro de fibra de vidrio Whatman® grado GF/C de 1.2 µm, φ 47 mm). 4. Extracción de HAPs del agua mediante SPE con C18, (acondicionamiento de cartuchos con 5 mL de metanol, 5 mL de hexano y 5 mL de agua mili-Q). 5. Análisis de muestras mediante CG-MS (método EPA 625 modificado). 6. Análisis estadístico de datos (software STATGRAPHICS Centurion XVI.1).

Resultados y Discusión. En la PTAR de lodos activados fueron detectados solo 11 HAPs, los cuales son mostrados en la figura 1. Las concentraciones en el Inf estuvieron en un rango de 0.001 a 0.11 µg L⁻¹, en BR las concentraciones estuvieron entre 0.002 a 0.12 µg L⁻¹, en el Efl las concentraciones estuvieron entre 0.002 a 0.07 µg L⁻¹. El Phe, Flt, Pyr, BaA, Chr, BbFlt y el BkFlt incrementaron su concentración en el tanque reactor biológico, debido probablemente a la recirculación de lodos del sedimentador secundario y por su elevada afinidad por las partículas sólidas así como por su naturaleza lipofílica e

hidrofóbica. Los otros HAPs disminuyeron su concentración inicial. El BbFlt y el BkFlt no fueron detectados en el agua del efluente. El Nap, AcPY, Pyr, BaA y Chr tuvieron una diferencia significativa (p<0.05) entre el influente-reactor biológico y el influente-efluente.

Conclusiones. Los resultados muestran la presencia de este tipo de contaminantes prioritarios en aguas residuales urbanas de la ciudad de Mérida, los cuales aún no rebasan los límites máximos permitidos de instituciones internacionales. Sin embargo, se debe empezar a tener monitoreos de la concentración de estos contaminantes, porque el sistema de tratamiento de agua residual más común en esta ciudad es de lodos activados, cuya descarga va directamente al manto freático. Este tipo de tratamiento no está diseñado para remover estos contaminantes orgánicos, sin embargo se observó que en las muestras de agua residual hubo una disminución de la concentración de HAPs en un 22%, después de pasar por el proceso de tratamiento.

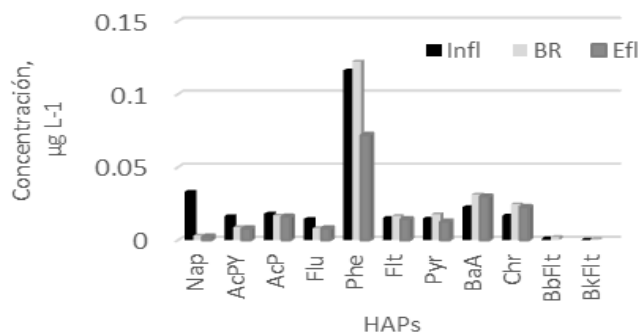


Figura 1. Hidrocarburos aromáticos policíclicos detectados en cada punto de muestreo dentro del proceso de lodos activados

Agradecimientos. Este proyecto fue realizado como parte de los estudios de doctorado financiado por la beca 171720 proporcionada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Referencias

1. Cai et al, 2007 Chemosphere 68:1751-1762.
2. Sánchez et al, 2009 Science of the total environment 407:4157-167.
3. Villar et al, 2006 Chemosphere 64:535-541.
4. Woo et al, 2004 Journal Biotechnology 110: 235-250.
5. Manoli y Samara, 2008 Environmental Pollution 151(3):477-485.

Degradación de fenantreno en agua de mar por dos consorcios microbianos: natural y mixto y cepas puras aisladas

¹Ponce-Caballero Carmen, ²García-Uitz, Karla, ¹Giacóman-Vallejos Germán

¹ Departamento de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Avenida de Industrias no contaminantes s/n por Periférico Norte, Apdo. Postal 150 Cordemex, Mérida, Yucatán, México. Teléfonos: + (52) 99930-05, Fax: +(52) 99930-05-59. Correos electrónicos: cponce@correo.uady.mx, giacomana@uady.mx

² Universidad Autónoma del Carmen. Facultad Ciencias de la Salud, Campus III. Av. Edzná S/N Esq. Fracc. Mundo Maya CP. 24115. Cd. del Carmen, Campeche ^b Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería. Industrias No-Contaminantes S/N x Periférico Norte. CP. 97310, Mérida, Yucatán. Correo electrónico: cguitz@pampano.unacar.mx

Palabras clave: degradación, fenantreno, agua de mar.

Introducción. Debido a que el petróleo es una mezcla compleja de compuestos químicos, al ser vertido en el mar, éste se convierte en un contaminante que origina muchos efectos negativos. Entre los contaminantes que más preocupa se encuentran los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAPs) los cuales son considerados por la EPA como contaminantes prioritarios por su potencial carcinogénico y mutagénico y alta persistencia en los ecosistemas. El fenantreno está clasificado entre los 16 HAPs contaminantes prioritarios y es frecuentemente usado como modelo para el estudio de estos, por poseer en su estructura las regiones "Bahía" y "K", las cuales se infieren son cancerígenas (1). Las bacterias dado su amplia variabilidad metabólica tiene la capacidad de utilizar varios sustratos como fuente de carbono y energía; entre ellos los HAPs, por lo que son usadas frecuentemente en la restauración de sitios contaminados con petróleo o sus derivados. Los microorganismos encargados de la degradación deben ser capaces de superar el estrés biótico y abiótico en el medio ambiente en el que se introducen por lo que el uso de microorganismos autóctonos del sitio es recomendado. El objetivo de este estudio fue utilizar dos consorcios bacterianos marinos natural y mixto, así cepas puras aisladas para evaluar la degradación de fenantreno en agua de mar.

Métodos. Se aislaron los consorcios degradadores naturales a partir de muestras de sedimentos y agua marina recolectadas en la costa de Ciudad del Carmen, Campeche. Se determinó por pirosecuenciación la diversidad y la abundancia de las bacterias que contenían (2). A partir de estos consorcios se aislaron cepas puras las cuales fueron identificadas y evaluadas individualmente para la degradación de fenantreno. Se escogieron cinco bacterias con capacidad degradadora y se formó el consorcio mixto. Se comprobó el potencial degradador de fenantreno de los consorcios natural y mixto así como de las cepas puras aisladas.

Resultados y discusiones. Se obtuvieron 17 consorcios naturales con un rango de degradación de 28% al 75% en siete días. Las especies identificadas variaron dependiendo del consorcio analizado, observándose en los cuatro consorcios, especies en mayor cantidad, principalmente *Alcalinovorax venustensis*, *Halomonas sp.*, *Pelagibius litoralis* y *Pseudomonas sp.* Estas especies están reportadas como bacterias degradadoras de diferentes compuestos principalmente el aceite y crecen en ambientes marinos con altas concentraciones de NaCl. Se aislaron 26 cepas puras capaces de degradar HAPs en un rango de 55 al 70% (Figura 1). Después de la secuenciación de la fracción 16S se observó que solo pertenecían a seis géneros diferentes. Las cinco bacterias que conformaron el consorcio mixto fueron: *Chromohalobacter*

salexigens, *Halomonas elongata*, *Aeromicrobium marinum*, *Erythrobacter litoalis* y *Microbacterium testaceum*. El consorcio mixto obtuvo 61% de degradación. En el caso de la degradación de fenantreno se identificaron cuatro metabolitos formados durante la degradación por el consorcio, estos son lactona, benzoato de propilo, fluoreno y 1H-Naftol-3(1,2)furano.

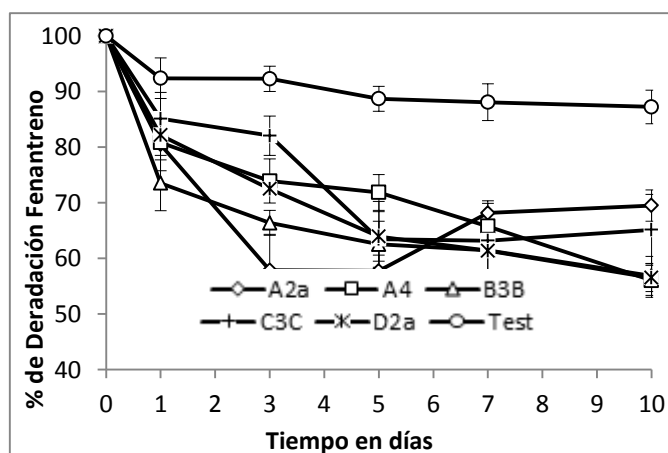


Figura 1. Porcentaje de degradación de fenantreno por cada cepa aislada.

Conclusiones. La mayor degradación en 7 días la realizó el consorcio natural (75%) en comparación con el consorcio mixto (61%) y las cepas aisladas (55 al 70%). Sin embargo debido a que el consorcio natural es difícil de mantener se recomienda usar como inóculo el consorcio mixto.

Agradecimiento: Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Secretaría de Educación Pública debido a que esta investigación forma parte del proyecto denominado "Inmovilización de un consorcio microbiano en soportes de quitina para la degradación de fenantreno en agua de mar" con clave CB-2011-01 169868 financiado por SEP-CONACYT-Ciencia Básica Convocatoria 2011.

Referencias

- Mrozik A., et al. (2003). Bacterial degradation and bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons. "Polish Journal of Environmental Studies", 12(1), 15-25.
- Rojas-Herrera et al. 2008. "Molecular Biotechnology", 40, (1) 13-17.