



ISSN 1665-0514

KUKULKAB'

REVISTA DE
DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVII • Número 33 • Julio - Diciembre 2011 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Ma. Gama Campillo
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Teléfono Conmutador: 358 15 00 ext. 6400 Teléfono Divisional: 354 43 08, 337 96 11. Dirección electrónica: <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab> Imprenta: Morari Formas Continuas, S.A. de C.V. Heróico Colegio Militar No. 116. Col. Atasta C. P. 86100 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada

Instalaciones del Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales "CICART" (DACBiol - UJAT).

Diseño de Portada por:

Lilianna López Gama

Fotos:

Lilly Gama

Estimados lectores de Kuxulkab' :

Durante el transcurso del 2011 se realizó una importante cantidad de eventos ambientales en los que profesores y estudiantes de nuestra División participaron divulgando las actividades que realizamos, lo que refleja la dinámica que se tiene de trabajo.

Kuxulkab' es otro medio más de divulgación importante en nuestra División, el objetivo de nuestra revista es hacer llegar a nuestros lectores de forma sencilla y agradable temas de interés general además de darles a conocer las líneas de investigación y actividades que se hacen en nuestra División como una contribución a la divulgación de las ciencias ambientales en la universidad, el estado y la región, entre los documentos que nos envían, seleccionamos temas que les comuniquen cual es la situación de los recursos naturales en especial de nuestro Estado, además de algunos otros temas que describan problemas ambientales locales. Este número contiene una colección de once artículos y tres notas. Los temas de los artículos se relacionan a asuntos ambientales de preocupación local y regional como es las especies y su uso y aprovechamiento, el manejo de residuos así como el uso y aprovechamiento del agua y la energía solar. Los artículos incluidos destacan investigaciones que se llevaron a cabo en nuestra escuela tanto por alumnos como por profesores/investigadores en los que comparten resultados de cursos, investigaciones ambientales y estudios realizados entre nuestra población estudiantil con lo que refrendamos nuestro compromiso en tener una puerta abierta para que todos los que realizan actividades en nuestra División tengan un espacio de comunicación. Nuestros artículos divulgan resultados de investigación de campo o bibliográficas que se desarrollan en los laboratorios, cursos de licenciatura y posgrado, así como resultados de investigaciones realizadas como tesis o en los proyectos de investigación que los profesores/investigadores llevan a cabo en nuestra escuela.

Les invitamos a seguir enviándonos sus manuscritos, haciendo una especial invitación a que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de temas que consideren serán de interés a sus compañeros y cuyos resultados de sus investigaciones comparten con nosotros. Como siempre agradecemos a los colaboradores interesados en la divulgación y que comparten con nosotros temas de interés general así como los resultados de sus proyectos. Con un sincero reconocimiento a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Rosa Martha Padrón López
Directora

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Trenes de Tratamiento para Agua de la Industria Petrolera

Lourdes Lavariega Pulido

*División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Villahermosa, Tabasco, México*

Introducción

La mayoría de los petróleos crudos que actualmente se extraen en todo el mundo, contienen agua y sales inorgánicas en cantidades apreciables (Martínez, 2006), los cuales deben ser removidos antes de su refinación.

En México, PEMEX realiza la desalación y deshidratación del crudo mediante la separación del agua por campo eléctrico que debilita la barrera interfacial agua-aceite. En este proceso se genera un efluente de agua residual, llamado agua congénita. Su composición depende del tipo de petróleo que se extrae y procesa, crudo ligero o crudo Maya (pesado), así como de las técnicas de extracción: ascenso por bombeo o por inyección de gases, inundación con vapor, deshidratación con el uso de polímeros. Generalmente el agua congénita contiene sales inorgánicas en altas concentraciones e hidrocarburos. La disposición de este desecho es difícil por los peligros de salificación de los cuerpos receptores (agua o suelo) y por la presencia de compuestos tóxicos. Para prevenir impactos negativos al medio ambiente, se requiere de la implementación de sistemas de tratamiento con procesos avanzados de alto costo, tales como la desmineralización y la oxidación química. (Mijaylova *et al.*, 2007).

En los procesos de producción petrolera, el agua eliminada de la deshidratación del crudo (aguas de producción), es posteriormente tratada para su reutilización como agua de inyección para la recuperación de pozos o para ser usada con otros fines dentro de la industria petrolera. Tradicionalmente, las técnicas para el tratamiento de las aguas de producción (aguas aceitosas)

utilizan separadores API y separadores de placas corrugadas.

Sin embargo, el volumen de agua obtenido luego de esta separación, es superior al empleado para los usos anteriormente nombrados, esto se traduce en un pasivo ambiental (Rojas *et al.*, 2008).

El tipo de contaminantes presentes en las descargas industriales es muy diverso, y de éstos dependerá el uso y la aplicación de un proceso de depuración determinado. Las descargas pueden contener desechos de tipo orgánico y/o inorgánico (como son: sales disueltas, materia orgánica suspendida, solventes, grasas, colorantes, etc.). Asimismo provocan, en muchos casos, cambios en temperatura, apariencia, concentración de material nutriente, entre otros. Un adecuado conocimiento del proceso industrial permite inferir, de modo general, las características de las aguas residuales, y por tanto definir cuál será la mejor secuencia de tratamientos a utilizar (Alcántara *et al.*, 2000)

Veil, 2002 menciona que en muchas partes del mundo, la descarga a cuerpos de agua superficial y la inyección subterránea representan las principales opciones para disponer del agua de producción de las operaciones de exploración y producción de petróleo y gas. Sujeto a ciertas excepciones, pueden observarse las siguientes tendencias: La mayoría del petróleo y gas costa adentro de U.S., los operadores inyectan el agua de producción para la mejora del petróleo y la recuperación de gas o la disposición final.

Muchos operadores de U.S. prefieren descargar el agua de producción a cuerpos de agua superficial si es autorizado por el regulador

ambiental de los Estados Unidos. Los requisitos de tratamiento de agua CBM producida en virtud de las normas de la aprobación de la gestión es cada vez más restrictiva.

La mayoría de los operadores costa afuera de U.S. descargan el agua de producción al océano y están sujetos a requerimientos reglamentarios. El agua de producción costa afuera también es normalmente descargada en otras partes del mundo. Estos países emplean las normas de aprobación de la gestión que corresponde a la legislación de su país.

En México, debido a que la producción de crudo en los últimos años va en aumento, por consiguiente ha aumentado la generación de agua congénita.

En mayo del 2003 se aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-143-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos, la cual define al agua congénita como agua asociada al hidrocarburo en el yacimiento y que surge durante la extracción del mismo, que contiene sales y puede tener metales.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
pH	6.86	Sulfuros, mg/L	152
SST, mg/L	108	Alcalinidad, mg/L	1,084
GyA, mg/L	75	N-NH ₄ , mg/L	54
DQO, mg/L	2,690	Sulfatos, mg/L	148
COT, mg/L	140	Cloruros, mg/L	24,957
Dureza total, mgCaCO ₃ /L	4,490	Conductividad, mS/cm	61,233
Dureza Ca, mgCaCO ₃ /L	2,738	Carbón inorgánico, mg/L	164
Ca, mg/L	1,130	Si, mg/L	34
Mg, mg/L	288	P, mg/L	0.1
Fe, mg/L	0.73	Bromatos, mg/L	133
Mn, mg/L	0.29	B, mg/L	33.5
Na, mg/L	16,100	Turbiedad, UNT	25
K, mg/L	830	Color, UC PtCo	385
Ba, mg/L	3.8	Temperatura, °C	36.6
Sr, mg/L	97	Cu, Li, mg/L	0.02

Tabla 1. Características del agua congénita. Mijaylova *et al.*, 2007

Además le considera un subproducto no aprovechable y que la concentración de estos componentes puede ocasionar impactos negativos al medio ambiente cuando su manejo y disposición no son adecuados.

Antes de la publicación de esta norma, las plantas de tratamiento basaban sus condiciones particulares de descarga en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

En la tabla 1 se muestra la caracterización del agua congénita descrita por Mijaylova y colaboradores en 2007.

La importancia de diseñar un tren de tratamiento adecuado para el acondicionamiento del agua congénita para su reinyección al subsuelo o vertido a un cuerpo receptor no solo debe de contemplar el cumplimiento de la normatividad oficial mexicana, debe de referenciar las mejores prácticas en cuanto a operación, diseño y mantenimiento de las plantas de tratamiento a nivel mundial, para así poder minimizar los riesgos ambientales que genera este residuo asociado con la exploración y producción de petróleo y gas.

Sistemas de tratamiento de aguas congénitas

Mijaylova *et al.*, (2007) menciona que el estudio de la tratabilidad de las aguas congénitas, la simulación física de cuatro diferentes trenes de tratamiento en planta piloto y la simulación del proceso de infiltración del agua tratada señalaron como una alternativa de tratamiento adecuada la que incluye los siguientes procesos unitarios: ablandamiento y sedimentación, oxidación química, descarbonatación y filtración (Tren 3a). Con la tecnología derivada del estudio de tratabilidad, cuyo esquema se presenta en la Figura 2, utilizando los parámetros de operación determinados y considerando el manejo de los lodos residuales, se elaboró el diseño conceptual del sistema de tratamiento de las aguas congénitas del complejo industrial seleccionado. El caudal de diseño fue de 30 L/s. El costo de la inversión para la planta de

tratamiento se calculó en M\$17.7 (Millones de Pesos), de los cuales 7.1 Millones de Pesos son para obra civil y 6.5 Millones de Pesos para equipo. Los costos de construcción del sistema se estimaron con base en los costos índices reportados en el manual de CNA, 2001. Los costos de los equipos se obtuvieron de catálogos y cotizaciones de diferentes proveedores. Se consideraron M\$ 4.1 para imprevistos.

Rojas *et al.*, (2008) comentan que el proceso de flotación con aire disuelto resulta ser una alternativa eficiente en el tratamiento de las aguas de producción. El tratamiento del agua de producción con productos coagulantes antes del proceso de flotación aumenta considerablemente la eficiencia del mismo. Las condiciones operacionales con la que se obtuvo el mayor porcentaje de remoción de sólidos suspendidos, aceites y grasas obtenido con el equipo de flotación con aire disuelto a escala laboratorio fueron: 40psi de presión y 40% del reciclo tratado, con 90% de remoción de aceites y grasas y 77% en remoción de sólidos suspendidos.

Martínez *et al.*, (2006) menciona que es posible aumentar la velocidad de separación del agua de las emulsiones agua en petróleo por acción de campo eléctrico, tanto de corriente directa como alterna, aplicado con electrodos aislados, existiendo una diferencia significativa en el comportamiento de la extracción de agua de las emulsiones tratadas con el campo eléctrico cuando se comparan con las que no reciben esta acción, pero se observa un comportamiento semejante en las que si reciben la acción del campo eléctrico cuando se comparan entre ellas.

Cuando las emulsiones no son sometidas a la acción del campo eléctrico, se requiere de mayor tiempo para obtener volúmenes de extracción de agua similares a los logrados por acción del campo, por lo que se comprueba el efecto del campo eléctrico para promover la coalescencia. Al comparar los resultados de la separación de agua lograda por acción del campo eléctrico en todos los casos se aprecia que la mayor velocidad de extracción de agua se logró al aplicar campo eléctrico alterno de 800V.

De poder aplicarse el campo eléctrico a escala industrial empleando electrodos aislados eléctricamente de la emulsión, pudiera evitarse la desconexión de los circuitos de protección por corto

circuito y disminuir el consumo de potencia que se produce al circular grandes corrientes por la emulsión, lo que permitiría emplear los equipos actualmente existentes, aunque el petróleo crudo procesado presente altas conductividades eléctricas.

La Terminal Marítima de Dos Bocas, es operada por Pemex Exploración y Producción (PEP), desde que fue diseñada y construida en los últimos años de la década de los setentas, también se construyó en esas fechas la Planta de Tratamiento de Efluentes para tratar las aguas residuales que se generan durante las diversas actividades en la terminal y ha operado en forma continua desde su creación. En el año 2000 se construyeron los pozos de captación DB-1 y DB-2 con la finalidad de inyectar el agua congénita proveniente de la deshidratación del crudo ligero.

Los efluentes que se producen en la Terminal Marítima de Dos Bocas se colectan por dos drenajes drenaje aceitoso y drenaje pluvial.

El proceso de acondicionamiento se realiza de la siguiente manera: El agua residual se recibe en los cárcamos reguladores, en donde se inicia el tratamiento químico para efectuar la separación del aceite del agua y precipitación de los sólidos, así mismo se da inicio la recuperación de aceite con los equipos especializados para tal fin, el cual se deposita en los tanques de almacenamiento o en el cárcamo recuperador para posteriormente reingresarlos al proceso productivo.

El agua ya tratada se eleva con las motobombas tipo Arquímedes y bombas verticales para la aireación de los gases hacia los separadores API, la fosa de liguación y máquina de flotación; en donde se continúa el tratamiento químico, la precipitación de sólidos y la recuperación de grasas. Como última etapa, se deposita en el cárcamo del difusor para su disposición final a través del difusor marino.

Conclusiones

Actualmente existen diferentes trenes de tratamientos para agua congénita, la importancia de una selección adecuada no solo radica en el cumplimiento de la normatividad oficial mexicana existente, sino que el efluente a descargar o reinyectar al subsuelo no cause un impacto

ecológico negativo al medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Roberto Carlos Díaz Paz por su valioso apoyo en la elaboración de este artículo el cual se deriva de un proyecto de investigación de la Maestría en Ingeniería y Protección Ambiental de esta División Académica.

Literatura citada

Alcántara, M., González, T. 2000. Entrenamiento de personal operativo mediante un sistema computacional para la estimación preliminar de procesos de tratamiento de aguas residuales industriales. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Diciembre.

ALL Consulting, 2003. Handbook on Coal Bed Methane Produced Water: Management and Beneficial Use Alternatives Prepared For: Ground Water Protection Research Foundation U.S. Department of Energy National Petroleum Technology Office Bureau of Land Management Tulsa, Oklahoma

Behling, E; Gutiérrez, J; Fernández, E. Tratamiento aeróbico de dos efluentes industriales utilizando reactores biológicos rotativos de contacto. Multiciencias [en línea] 2003, 3 (diciembre) [fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=90430205>> ISSN 1317-2255

Díaz, A; Rincón, N; López, F; Fernández, N; Chacín, E; Debellefontaine, H. Tratamiento Biológico en SBR de efluentes producto de la extracción de petróleo mediano. Multiciencias [en línea] 2005, 5 [fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=90450204>> ISSN 1317-2255

Ekins, P; Vanner, R; Firebrace, J. 2005. management of produced water on offshore oil installations: a comparative assessment using flow analysis. policy studies institute.

Guerrero, C; Escobar, C; Ramírez, N, Manejo de la salinidad en aguas asociadas de producción de la industria petrolera Ingeniería e Investigación [en

línea] 2005, 25 (diciembre): [fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64325304>> ISSN 0120-5609

Martínez, A.; Hernández, J.; Colás, V. 2006. SEPARACIÓN DE AGUA DEL PETRÓLEO POR ACCIÓN DEL CAMPO ELÉCTRICO. Revista Cubana de Química; Vol. 18 Issue 1, p19-29, 11p, 2 Diagrams, 8 Charts, 4 Graphs

Mijaylova, N; Birkle, P; Ramírez, E; Sandoval, L. 2007. Tratamiento de aguas de la desalación del petróleo para su aprovechamiento en inyección al subsuelo. AIDIS Vol. 1, No. 2.

NOM-001-ECOL-1996. Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales

NOM-143-SEMARNAT-2003. Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.

Rojas, C; Rincón, N; Díaz, A; Colina, G; Behling, E; Chacín, E; Fernández, N. 2008. Evaluation of dissolved air flotation unit for oil produced water. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. Vol. 31, N° 1, 50 -57.

Veil, J., "Regulatory Issues Affecting Management of Produced Water from Coal Bed Methane Wells," prepared for U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy (January 30, 2002). 14 pp. Available at: http://www.evs.anl.gov/pub/dsp_detail.cfm?PubID=1477 [external site]

Veil, J.A., M.G. Puder, D. Elcock, and R.J. Redweik, Jr., 2004. "A White Paper Describing Produced Water from Production of Crude Oil, Natural Gas, and Coal Bed Methane," prepared by Argonne National Laboratory for the U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, January. Available at: http://www.evs.anl.gov/pub/dsp_detail.cfm?PubID=1715 [external site]

CONTENIDO

Biodegradación de residuos de frutas y vegetales provenientes de supermercado usando la técnica de aireación forzada ANA IO DÍAZ OSORIO.....	5
FOXP2: Genética y Lingüística ARMANDO ROMO LÓPEZ, JULIA MARÍA LESHER GORDILLO Y MANUEL ENRIQUE JIMÉNEZ GARCÍA	9
Sistemas naturales aplicados en el tratamiento de las aguas residuales de Tenosique, Tabasco GASPAR LÓPEZ OCAÑA, SANTIAGO PALMA ÁVALOS Y ROBERTO CARLOS DÍAZ PAZ.....	15
Trenes de tratamiento para agua de la industria petrolera LOURDES LAVARIEGA PULIDO.....	25
Especies de importancia comercial del Orden Carcharhiniforme (Tiburones) en el estado de Tabasco ARTURO GARRIDO MORA, FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES, YESSENIA SÁNCHEZ ALCUDIA, ALBERTO DE JESÚS SÁNCHEZ, JOSE LUIS RAMOS PALMA, ANDRÉS A. GRANADOS BERBER, ROSA AMANDA FLORIDO ARAUJO, VIOLETA RUIZ CARRERA Y LEONARDO ACOSTA	29
Herpetofauna en un cacaotal en la R/a Huimango 1ª sección, Cunduacán Tabasco ALINNE AUDREI MARTÍNEZ LÓPEZ, CARMEN DEL ROSARIO CANDIA ALOR, CARMEN FLORES LÁZARO, NINFA KARINA BOLIVAR ARRIAGA, JUSTINO ALDANA RODRÍGUEZ Y RAMÓN HERNÁNDEZ DE LA CRUZ.....	35
Características reproductoras de la tortuga dulceacuícola hicoetea (<i>Trachemys venusta</i>) KENIA LAPARRA TORRES, ARLETTE AMALIA HERNÁNDEZ FRANYUTTI, MARÍA DEL CARMEN URIBE ARANZÁBAL Y ULISES HERNÁNDEZ VIDAL.....	43
Diagnóstico preliminar del sistema de lagunas receptoras de aguas tratadas ubicadas en la Universidad Tecnológica de Tabasco WILLIAM MONTEL REYES, JOSÉ ALFREDO IRINEO MIJANGOS Y ROBERTO CARLOS DÍAZ PAZ	51
Influencia de la geomorfología en la dispersión de hidrocarburos en caso de fuga en ductos del bordo derecho del Campo Samaria ADOLFO DAVID LIMA ORDÓNEZ Y RANDY HOWARD ADAMS SCHROEDER.....	55
Una ventana al estudio del genoma del <i>Chrysobalanus icaco</i> L. MANUEL ENRIQUE JIMÉNEZ GARCÍA, EMIR SANTIAGO MÉNDEZ BADAL, JULIA MARÍA LESHER GORDILLO, RENE FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ Y RAYMUNDO HERNÁNDEZ MARTINEZ.....	61
Colecta de Larvas; Actividad Fundamental para la Producción Ostrícola de <i>Crassostrea virginica</i> en la Región del Golfo de Mexico. ARTURO GARRIDO MORA, LEONARDO ACOSTA DÍAZ, YESENIA SÁNCHEZ ALCUDIA, ALBERTO DE JESÚS SÁNCHEZ MTZ., FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES.....	67
NOTAS	
Captación y aprovechamiento del agua de lluvia MARÍA FERNANDA CORTES MELCHOR, CARLOS ENRIQUE HERNANDEZ CACHO, CHRISTIAN IVÁN GUERRERO VIDAL Y RICARDO AXEL VEGA ZARATE.....	73
Energía solar, una energía alternativa ante el cambio climático DONAJÍ ESMERALDA FLORES TREJO, MAGDALENA FUNG GONZÁLEZ, ALEJANDRO BARRAGÁN LÓPEZ	77
Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART) ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ	81



ISSN - 1665 - 0514