



KUXULKAB'

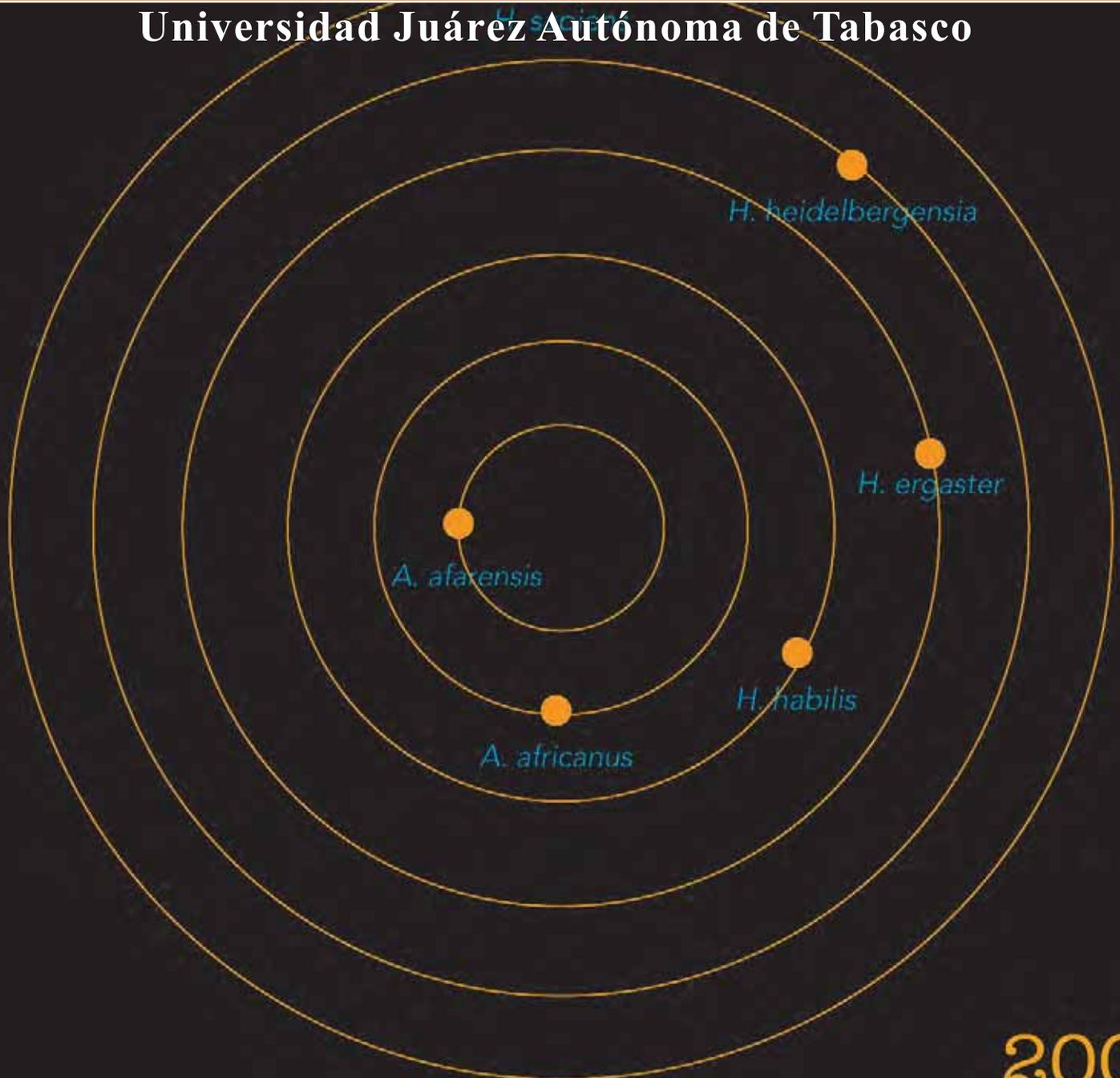
REVISTA DE
DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

ISSN 1665-0514

• Volumen XVI • Número 29 • Julio - Diciembre 2009 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



200

aniversario

Charles Robert Darwin

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

Lic. Celia Laguna Landero
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 Tel. y fax (93) 54 43 08. 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

Diseño de Portada por:

Lilianna López Gama
Estudiante de diseño y
comunicación visual
FES Cuautitlán

Estimados lectores de Kuxulkab´.

Al cierre de este año muchas actividades a nivel mundial se realizaron conmemorando los 200 años del nacimiento de Charles Darwin, creador de la teoría de la evolución. Darwin realizó un recorrido en el “HMS Beagle” por cinco años visitando medio mundo, registrando sus observaciones lo que culminó en su famoso libro que en la primera edición tenía el nombre de: “El origen de las especies por medio de la selección natural o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida” que se modificó a sólo: “El Origen de las Especies por medio de la Selección Natural”, que cumplió 150 años de haberse publicado (24 de noviembre de 1859) con su teoría del mecanismo de cómo las especies van tomando forma.

El objetivo de nuestra revista es compartir de forma sencilla y agradable además de temas de interés algunas de las investigaciones que realizamos en la escuela como una contribución a la divulgación de las ciencias ambientales, se seleccionan temas que de forma sencilla muestren información de la situación de los recursos naturales de nuestra región además de temas relacionados a la atención de problemas ambientales. En este número publicamos una colección de diez artículos y dos notas con temas relacionados al uso y manejo de los recursos naturales, tanto de especies emblemáticas para la conservación particularmente importantes como amenazadas de la región. También se presentan estrategias metodológicas para el manejo de la información y los residuos en el estado. Se presentan resultados de cursos de licenciatura y posgrado así como de proyectos de investigación que se están realizando en la escuela.

Les invitamos a enviarnos sus manuscritos y les recordamos en especial a los alumnos de licenciatura que esta revista forma parte de las oportunidades que tienen para ingresar en la vida académica de la investigación y la misma se enriquece con las aportaciones de todos los miembros de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas, haciendo una especial invitación a que se incorporen a la divulgación de temas que consideren serán de interés a sus compañeros y se unan a aquellos que han terminado o se encuentran realizando sus proyectos de tesis y cuyos resultados de sus investigaciones comparten con nosotros. Como siempre agradecemos a los colaboradores de otras instituciones interesadas en la divulgación 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 Ma. Gama Campillo
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director



Evaluación Tecnológica de Lagunas de Estabilización de Cárdenas, Tabasco

Mariana Quezadas Barahona y Ernesto Rodríguez Rodríguez

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



Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el sistema de lagunas de estabilización de la ciudad de H. Cárdenas, Tabasco para proponer alternativas de rehabilitación, operación y mantenimiento, en el re-arranque de la laguna de estabilización. Ubicada al Norte del estado de Tabasco, perteneciente a la región de la Chontalpa, cuya principal vía de acceso es a través de la carretera federal N.180 Villahermosa Coatzacoalcos a la altura del Km 5.5, con una extensión de 22 has. Dicha planta consta de una serie de lagunas de estabilización dos lagunas anaerobias y dos lagunas facultativas donde se llevaron a cabo una serie de muestreos en la entrada y la salida de la planta, para evaluar la eficiencia de tratamiento del sistema se midieron parámetros de pH, temperatura del agua y ambiente, color, turbiedad, sólidos suspendidos totales, NH_3 , DBO, DQO, grasas y aceites, coliformes totales y fecales, fósforo, nitrógeno.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de la SEDESPA, siguiendo métodos estandarizados obteniendo valores de remoción de: SST(83%), fósforo (50%), CT (62%), Nitrógeno orgánico (73%), aceites y grasas (63%), DBO (83%), DQO (83%) según las normas Mexicanas el efluente de la planta es apto ser descargado a un cuerpo de agua en este caso el cuerpo receptor es la laguna de Mecoacan de Cárdenas, Tabasco, México.

Introducción

La tecnología de las lagunas de estabilización es uno de los métodos naturales más importantes para el tratamiento de aguas residuales. Las lagunas de estabilización son fundamentalmente reservorios artificiales, que comprenden una o varias series de lagunas anaerobias, facultativas y de maduración. El tratamiento primario se lleva a cabo en la laguna anaerobia, la cual se diseña principalmente para la remoción de materia orgánica suspendida (SST) y parte de la fracción soluble de materia orgánica (DBO5). La etapa secundaria en la laguna facultativa remueve la mayoría de fracción remanente de la DBO5 soluble por medio de la actividad coordinada de algas y bacterias heterotróficas. El principal objetivo de la etapa terciaria en lagunas de maduración es la remoción de patógenos y nutrientes (principalmente nitrógeno).

Las lagunas de estabilización constituyen la tecnología de tratamiento de aguas residuales con procesos baratos o no muy costosos para la remoción de microorganismos patógenos, por medio de mecanismos de desinfección natural. Las lagunas de estabilización son particularmente adecuadas para países tropicales y subtropicales

dado que la intensidad del brillo solar y la temperatura ambiente son factores clave para la eficiencia de los procesos de degradación. En el Estado de Tabasco se han impulsado la construcción de plantas de tratamiento en las principales urbes de la Región Chontalpa, así H. Cárdenas, Comalcalco y Cunduacán cuentan con lagunas de estabilización desde mediados de la década de 1980. En Paraíso, desde 1974 se construyó el filtro percolador más grande de la entidad y en el presente año se arrancó un pantano artificial para tratar las aguas domésticas de la ciudad de Huimanguillo, con el propósito de efectuar criterios eficaces y realistas, con estándares mínimos de calidad para aguas residuales (Santiago *et al.*, 1996; Citado por Rodríguez, 1998). Por lo anterior, resulta importante estudiar el funcionamiento y características de estos sistemas de tratamiento en climas tropicales.

Descripción del sistema

La planta de tratamiento de aguas residuales estudiada fue diseñada para tratar un caudal de 325 L. P. S. Sin embargo durante la realización de la presente investigación se encontraba operando con un caudal de 200 L. P. S.; la planta se encuentra conformada por dos lagunas anaerobias que trabajan en serie; seguidas de dos lagunas facultativas; cuenta con una caja de entrada y una de salida con las características que se señalan en la tabla 3. La laguna de estabilización evaluada es alimentada por las estaciones de bombeo de la ciudad de Cárdenas, Tabasco citadas en la tabla cuatro.

Método

La evaluación se realizó en el año 2007, se efectuaron muestreos puntuales tomados a la entrada y salida de la planta con la finalidad de analizar los parámetros físico químicos: color del agua, olor, burbujas, temperatura ambiente y temperatura del agua, película visible, pH, oxígeno disuelto, turbiedad, SST, SSe, fósforo total, NH_3 , nitrógeno orgánico, DBO, DQO, grasas y aceites, coliformes totales, coliformes fecales.

Las muestras tomadas en la entrada y salida de la planta fueron muestras simples y se realizaron con el siguiente método a las 12:00 horas siguiendo estos pasos.

TIPO DE LAGUNA	AREA (m ²)	AREA (ha)	Profundidad (m)	TRH(días) Teórico	TRH (días) En operación
Anaerobia 1	15,661.25	1.566125	3	3	3
Anaerobia 2	15,661.25	1.566125	3	3	3
Facultativa 1	44,638.75	4.463875	1.80	9	6
Facultativa 2	44,638.75	4.463875	1.80	9	6
Polígono de la PTARÁ	220,000	22			

Tabla 3. Características generales del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cárdenas, Tabasco.

Muestras de entrada

- a) Se sumergió una cubeta de plástico para extraer la muestra de agua y se enjuagó tres veces con agua residual antes de tomar la muestra, posteriormente se midió la temperatura ambiente y la temperatura del agua.
- b) Se tomó una segunda muestra en un frasco de plástico esterilizado de un litro para grasas y aceites al que se le agregaron 2 mililitros de ácido sulfúrico para preservar la muestra.
- c) La tercera muestra que se depositó en dos frascos winkler con 300 mililitros para oxígeno disuelto y se le aplicó sulfato manganoso y álcali-yoduro para preservar la muestra.
- d) La cuarta muestra en una garrafa de 6 litros para NH_3 , a la que se le aplicaron 2 mililitros de ácido sulfúrico para preservar la muestra.
- e) Una quinta muestra en una garrafa de 6 litros para un análisis de turbidez.
- f) La sexta muestra en una bolsa de plástico de 100 mililitros que contenía conservador para coliformes fecales.
- g) Una séptima muestra para saber el pH del agua.
- h) Se registró el color del agua, materia flotante, película visible y olor.

No.	Estación de bombeo de cárcamos	Ubicación	Capacidad de Operación (L. P.S.)
1	Oriente No. 1 Ford	Jose Martí esq. N. Mendoza	2,200
2	Argentina	Av. Cárdenas Esq. Argentina Col. Pueblo Nuevo	500
3	Alameda	Col. Alameda S/N	20
4	Carrillo Puerto	Calle Felipe Carrillo Puerto entre Jacinto López y Reyes Hdez.	40
5	Candelario de Dios	Calle candelaria de Dios S/N atrás de la constructora JAMSA	50
6	Nva. Esperanza	Calle Lima S/N. de la Colonia La Esperanza.	20
7	Los Reyes	Calle Olivo al Fondo del Fraccionamiento los Reyes	100

Figura 4. Estaciones de bombeo, cárcamos que envían agua residual a la laguna de estabilización de H. Cárdenas, Tabasco.

Muestras de salida

a) Se sumergió una cubeta para tomar las muestras de agua y se llenaron dos frascos Winkler de 300 mililitros a cada uno se le aplicó 2 mililitros de sulfato manganoso para oxígeno disuelto.

b) Una segunda muestra en dos garrafas de 6 litros, a una se le aplicó 2 mililitros de ácido sulfúrico para nitratos, nitrógeno fósforo y otra muestra para turbidez.

c) Una muestra en un frasco de plástico de un litro para grasas y aceites a la que se le añadió 2 mililitros de ácido clorhídrico.

d) Se midió el pH del agua, color del agua, materia flotante, temperatura ambiente y la del agua, película visible, olor.

Las muestras fueron depositadas en una nevera con hielo a una temperatura de 4°C para ser transportadas al de SEDESPA.

Resultados y discusión

Análisis de los parámetros obtenidos de las muestras de agua Residual

Variación de la temperatura.

De acuerdo con Rojas (2005), la temperatura del agua y la temperatura ambiente es un parámetro importante en aguas residuales por su efecto sobre las características del agua, sobre todo en las operaciones y procesos de tratamiento, así como sobre el método de disposición final. La temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial. La tasa de

sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en aguas frías, por el cambio en la viscosidad del agua. En general los tiempos de retención para el tratamiento biológico disminuyen con mayor temperatura y los parámetros de diseño son en función de ella. En la figura 1 se nota que la temperatura del agua en el efluente de entrada de la laguna es inferior a la temperatura ambiente, como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial y/o por

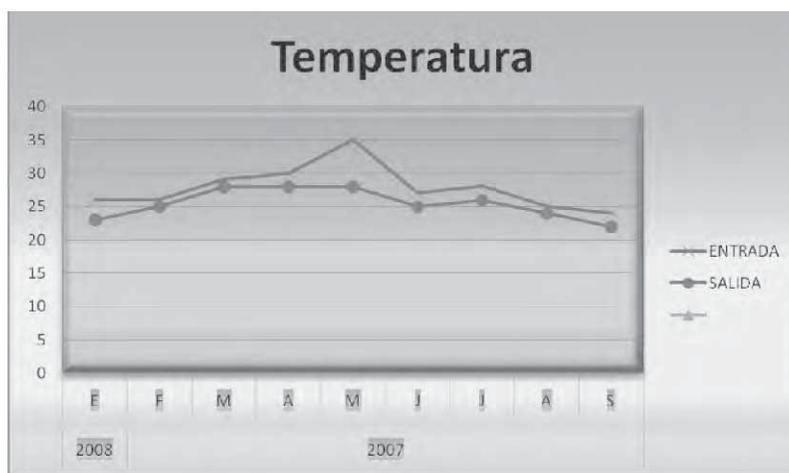


Figura 1. Relación de la temperatura del agua con la temperatura ambiente a través del proceso en la laguna de estabilización de Cárdenas.

temperatura del agua se mantiene, a lo largo del tratamiento alcanzando con una variabilidad nos indica que la temperatura del agua se mantiene más fría que la temperatura ambiente, apta para descargar a los cuerpos de agua de la región.

En la figura dos se observa un decremento apreciable en las unidades de salida lo cual indica que existe una biodegradación de grasas y aceites en las lagunas de estabilización con una remoción de 20% en eficiencia.

Datos de temperatura (°C)

	2008	2007							
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
ENTRADA	26	26	29	30	35	27	28	25	24
SALIDA	23	25	28	28	28	25	26	24	22

Variación de las grasas y aceites a través del proceso

Con relación a las grasas y aceites Gloyna (1973), demostró a través de estudios realizados en lagunas de estabilización que los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren la superficies las cuales entran en contacto, causando iridiscencia y problemas de mantenimiento e interfieren con la actividad biológica pues son difíciles de biodegradar, estos compuestos provienen de la mantequilla, manteca, margarina, aceites vegetales, hidrocarburos y carnes. Los aceites y las grasas de origen vegetal y animal son comúnmente biodegradables y, aún en forma emulsificada, pueden ser tratados en plantas de tratamientos biológicos, las cargas altas de grasas emulsificadas como las provenientes de mataderos, frigoríficos, lavanderías y otras industrias causan serios problemas de mantenimiento en las plantas de tratamiento. Los aceites y grasas de origen mineral pueden ser no biodegradables y requieren pretratamiento para ser removidos antes del tratamiento biológico.

Variación del pH a través del proceso

Con respecto al pH, Mara *et al.* (1992), afirman que en aguas residuales la concentración adversa del Ion hidrógeno es difícil de tratar biológicamente, altera la biota de las fuentes receptoras y eventualmente es fatal para los microorganismos. Aguas con pH menor de 6 en tratamiento biológico

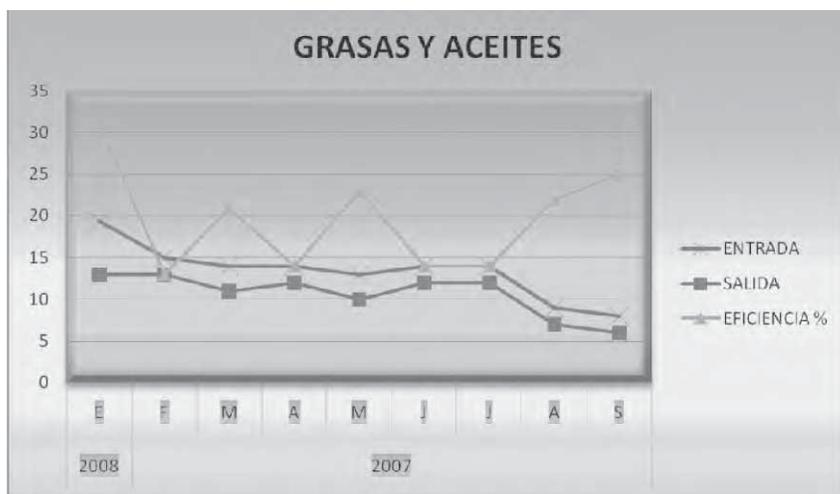


Figura 2. Relación de las grasas y aceites del agua a través del proceso en la laguna de estabilización de Cárdenas Tabasco.

GRASAS Y ACEITES (mg/l)

	2008	2007							
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
ENTRADA	19.4	15	14	14	13	14	14	9	8
SALIDA	13	13	11	12	10	12	12	7	6
EFICIENCIA %	31	13	21	14	23	14	14	22	25

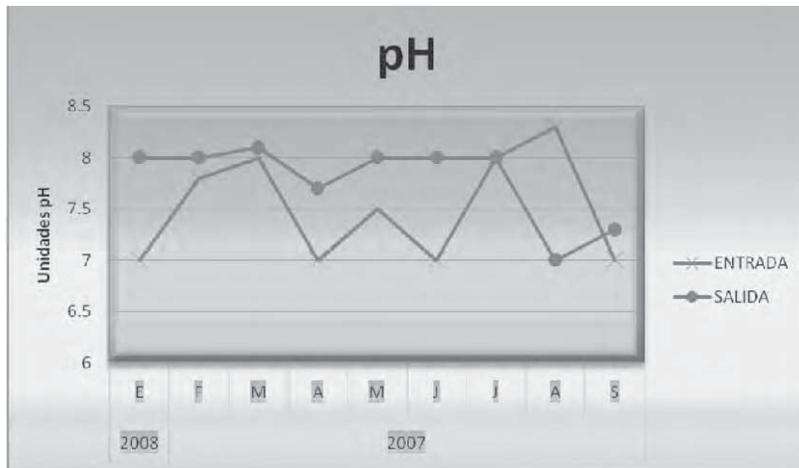


Figura 3. Relación de pH del agua a través del proceso en la laguna de estabilización de Cárdenas, Tabasco.

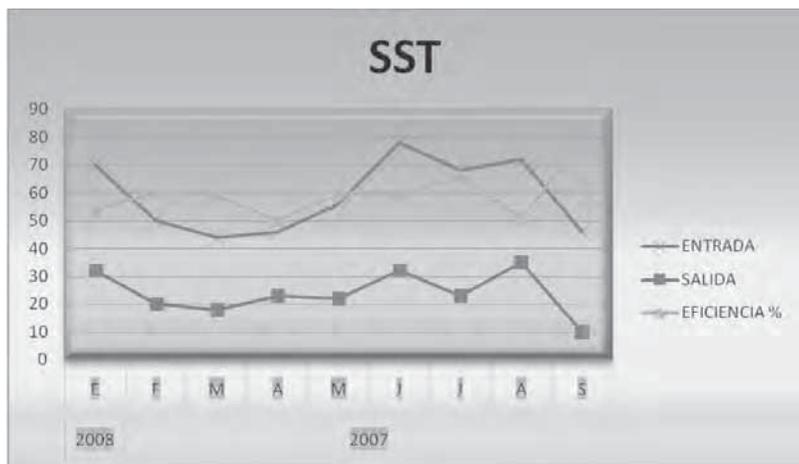


Figura 4. Variación de los SST a través del proceso en la laguna de estabilización de Cárdenas Tabasco.

favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la vida biológica puede ser muy restrictivo y crítico, sin embargo, generalmente es de 6.5 a 8.5. Para descarga de efluentes de tratamiento secundario, generalmente se estipula un pH de .0 a 9.0; para procesos biológicos de nitrificación se recomiendan valores de pH. de 7.2 a 9.0 y para desnitrificación de 6.5 a 7.5 en lagunas de estabilización. En la figura 3 se presentan los resultados de los valores promedios a la entrada y salida de la planta de tratamiento de aguas

residuales, para el caso de pH siendo este óptimo para la actividad microbiana que se efectuó en las lagunas de estabilización.

Variación de los sólidos totales suspendidos a través del proceso

Con respecto a sólidos suspendidos totales Trujillo *et al* (1995) estiman que en una planta bien diseñada, la remoción de sólidos suspendidos totales están en el orden del 90% esta opción tecnológica mediante la cual se alcanza plenamente el objetivo de la remoción de sólidos suspendidos totales corresponde a las lagunas de estabilización. En la figura cuatro se nota que la entrada del proceso que el parámetro de sólidos suspendidos se redujo al 60% en eficiencia de remoción. Esto demuestra que se encuentra en un rango aceptable de remoción, ya que se debe de considerar que las aguas a tratar han sido sometidas a un tratamiento anaerobio donde los principales mecanismos de remoción son los procesos de sedimentación. Los valores alcanzados son comparables a otros estudios, como el de Mara., *et al* (1992).

Variación de la DBO a través del proceso

Con respecto a la DBO Silva *et al* (1987) afirman que la mayor remoción DBO en un sistema de tratamiento se da en las lagunas anaerobias quien obtuvo valores de remoción de DBO de 83% en un sistema de

Ph

	2008	2007							
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.
ENTRADA	7	7.8	8	7	7.5	7	8	8.3	7
SALIDA	8	8	8.1	7.7	8	8	8	7	7.3

SÓLIDOS SUSPENDIDOS
TOTALES (mg/l)

	2008	2007							
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.
ENTRADA	70	50	44	46	56	78	68	72	46
SALIDA	32	20	18	23	22	32	23	35	10
EFICIENCIA %	54	60	59	50	60	59	66	51	78

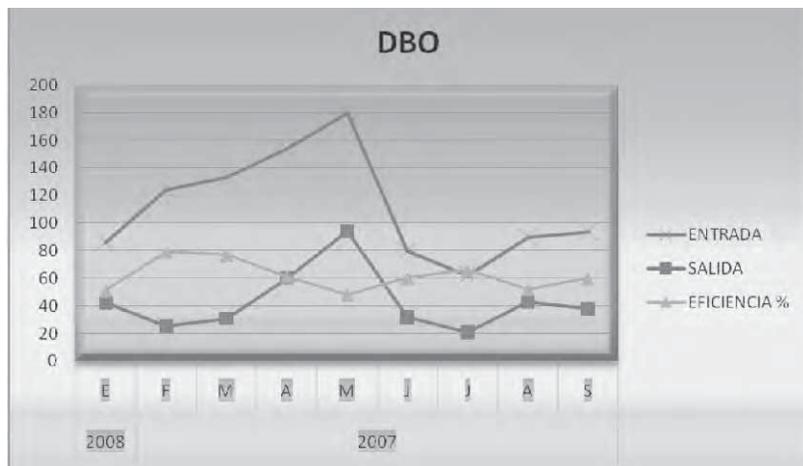


Figura 5. Relación de la DBO del agua a través del proceso en la laguna de estabilización de Cárdenas Tabasco.

		D.B.O. (mg/l)								
		2008			2007					
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
ENTRADA		86	124.5	133	154	180	80	62	90	94
SALIDA		42	25.6	31	60	94	32	21	43	38
EFICIENCIA %		51	79	77	61	48	60	66	52	60

dos lagunas anaerobias en paralelo seguidas en una laguna facultativa y una de maduración, con un tiempo de retención de 44 días. La figura 5 muestra la eficiencia de remoción de la carga orgánica en términos de DBO en la entrada del proceso, denotándose un descenso en cuanto a la biodegradabilidad de la materia orgánica a medida que avanza el tratamiento en el sistema, reflejado en la salida del proceso con una eficiencia promedio de 60% en los nueve meses muestreados.

Variación de la DQO a través del proceso

Con respecto a la DQO Berti y Ramírez (2001) afirman que la remoción de DQO en un sistema de tratamiento con dos lagunas anaerobias y una facultativa en la fase de arranque se logra una remoción de 75% lo que indica una mejora en el funcionamiento de la planta. La figura seis muestra los niveles a la entrada del proceso donde puede observarse gráficamente un descenso apreciable durante el proceso, en las lagunas de estabilización presenta una eficiencia de 70% de remoción.

Variación de los coliformes totales a través del proceso

En relación a los coliformes totales Yañez (1983), demostró que en las lagunas de maduración se obtiene una remoción de coliformes totales de 99% y 98% esto se debe a que las lagunas de maduración funcionan como lagunas terciarias, y es la de producir efluente apto o limpio desde el punto de vista bacteriológico. La figura siete muestra los niveles de entrada del proceso en unidades de NMP/100mL, lo cual puede observarse gráficamente que descienden en un 34% de coliformes totales en promedio de eficiencia. Con respecto a las características del efluente del sistema de tratamiento de la laguna de estabilización de H. Cárdenas Tabasco se efectuó una comparación con los límites de descarga establecidos por la norma oficial mexicana SEPTE. los límites fijados para la descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.

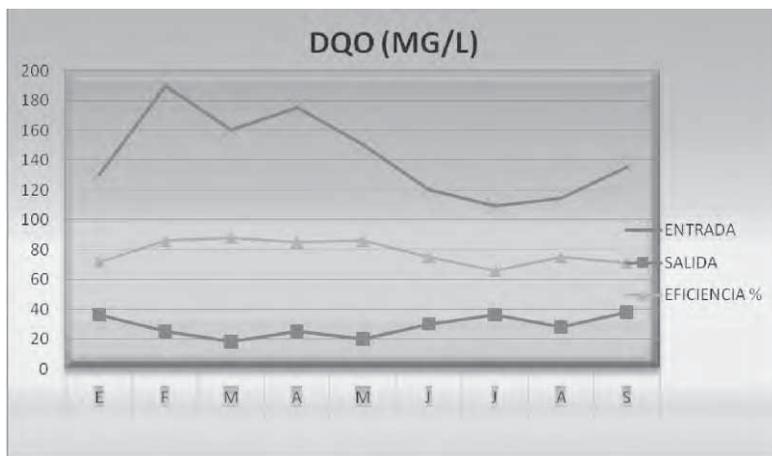


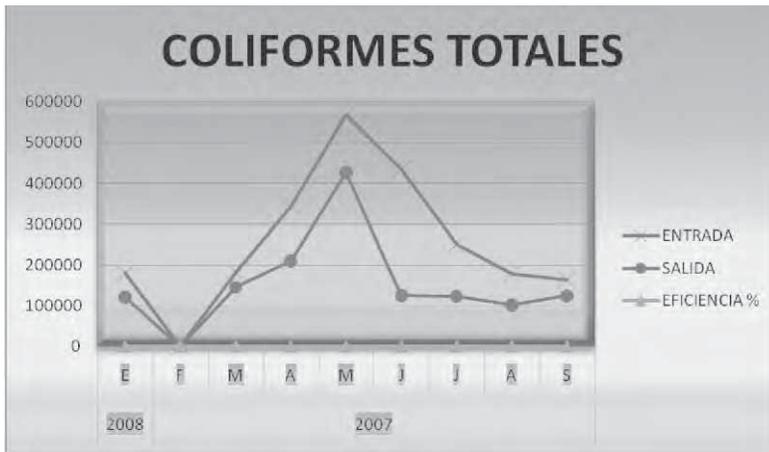
Figura 6. Relación de la DQO del agua a través del proceso en la laguna de estabilización de Cárdenas Tabasco.

En la siguiente tabla se presenta la comparación de los valores promedios del efluente del sistema con la norma oficial mexicana vigente NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Como puede observarse en la tabla, al comparar

D.Q.O (mg/l)

	2008			2007					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
ENTRADA	130	189.71	160	175	150	120	109	114	135
SALIDA	36	25	18	25	20	30	36	28	38
EFICIENCIA %	72	86	88	85	86	75	66	75	71



COLIFORMES
 TOTALES
 (NMP/100ML)

	2008	2007							
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.
ENTRADA	180000	=240000	183333	343333	568666	435200	250540	178350	163240
SALIDA	120350	=240000	145226	210005	426000	125350	123520	102105	124356
EFICIENCIA %	33	0	21	39	25	71	51	43	24

los límites permitidos para estas descargas, con valores obtenidos en la evaluación, el efluente de la planta de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT- 1996 , el efluente de la planta es apto para ser descargado a un cuerpo de agua receptor, en este caso, la Laguna de Mecoacán.

Conclusiones

Es conveniente señalar que se observó y se pudo constatar que la vegetación acuática ocupa un papel fundamental en la remoción de estos parámetros analizados. Hoy en día, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de

Tabasco propone estatutos estrictos para que el personal que labora en las lagunas de estabilización cuente con equipo adecuado y las vacunas pertinentes para evitar la fiebre tifoidea, hepatitis B y tétano. Para ello,

a cada trabajador de suplencia que no cuentan con servicio médico y que día a día tienen contacto con las aguas residuales se le fueron proporcionados el servicio médico por parte de SAPAET. En la mayoría de los casos, el personal que tiene contacto directamente con las aguas residuales manifiesta enfermedades gastrointestinales, esto provoca un impacto negativo sobre la salud de los trabajadores.

La reutilización de las aguas ha llegado a ser vital debido al agotamiento de los acuíferos, la crónica escasez de agua y las persistentes sequías en la región, por ello se ha acentuado su demanda y la necesidad de recurrir a fuentes de aguas poco comunes, incluyendo las aguas residuales generadas por la ciudad de Cárdenas Tabasco. Con

base a los análisis y resultados obtenidos hasta la fecha en el área de estudio se puede concluir lo siguiente.

Comparación de los valores promedio del efluente del sistema con la normatividad vigente.

Parámetros	Descarga a cuerpos de agua	Efluente tratado
	Uso público urbano (B)	Laguna de estabilización
Miligramos por litro	parámetros permisibles parámetro mensual	Parámetros encontrados en promedio
Temperatura oC (1)	40	28
Grasas y Aceites (2)	15	11
Materia Flotante (3)	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	<0.1
Sólidos Suspendidos Totales	75	25
Demanda Bioquímica de Oxígeno5	75	47

La eficiencia de remoción de la carga orgánica en términos de DBO 62% y la DQO es de 78% respectivamente. Existe una biodegradabilidad apreciable a medida que avanza el tratamiento en el sistema, reflejada en la disminución que experimenta la relación de DBO y DQO. Los sólidos suspendidos totales fueron tuvieron una eficiencia 60%. Se evidencia la eficiencia de remoción de coliformes totales 34%.

El efluente de la planta es apto para ser descargado a un cuerpo de agua receptor, en este caso, la Laguna de Meacoacán de Cárdenas Tabasco, ya que éste cumple con los límites máximos permisibles de concentración establecidos por la normatividad oficial mexicana. Para mejorar el proceso se propone la construcción de una laguna de maduración ya que se cuenta con el terreno disponible y completar con un tratamiento terciario con rayos UV, ya que es uno de los procesos más económicos para las aguas residuales. En cuanto al mantenimiento deben revisarse y cumplirse con las siguientes prioridades del sistema: la vigilancia en el turno vespertino para evitar robos, el alumbrado alrededor de la laguna, utilización de desnatadores y sueros antiviperinos para la seguridad de los trabajadores, y la reposición de rejillas que fueron robadas. Estas deben de cumplirse, con el objeto de eliminar los problemas que frecuentemente se presentan en este tipo de plantas.

Literatura citada

Arceivala, S. J., D. M. Mortens y H. P. Siddlandep. 1970. Waste Stabilization Ponds: Design, Construction & Operation in India. Central Public Health Engineering Research Institute. Nagpur, India. 312 pp.

Arthur, J.P. 1983. The design and operation of Waste Stabilization Ponds in Warm Climates and developing countries. Technical Paper No. 7. The World Bank, D. C. 293 pp.

Arturo Murillo (CEAPAS). Manual de de laguna de estabilización recomendaciones de construcción Op y Mtto. Análisis de desempeño

Acevedo J. y Franco A. 1994. "Evaluación del fósforo en las lagunas de estabilización de L. U. Z. "Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. 267pp.

Berti M. y Ramírez E. 2001. Evaluación en la Fase de Arranque de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ingeniería . Universidad del Zulia.

Benefield L. D., Randall C.W. 1980. Biological Process Design for Wastewater Treatment. Prentice Hall.

Cuaderno Estadístico Municipal. INEGI. 1998. XII Censo General De Población y Vivienda 2000.

Curtís T., Mara D. Y Silva S. 1992. Influence of Ph, Oxygen and Humic Substances on Ability Of Sunlight to Damage Fecal Coliforms in Vaste Stabilización Pond Water. American Cosiety For Microbiology.

Departamento del Distrito Federal, 1996. Plantas de Tratamiento de Aguas Negras en la ciudad de México.

Egochuaga, I. y I. Moscoso. 2004. Una estrategia para la gestión de las aguas residuales domésticas. CEPIS/OPS, Lima, Peru. 78 p.

Gloyna. E. F. 1973. Estanques de Estabilización de Aguas Residuales. OMS. Ginebra.

Ibáñez Hernández O. J. 2002. Nuevos Estudios Sobre Agua y Medio Ambiente en Juárez. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México. 180pp.

Mara., Alabaster P., Pearson W. Y Mills W. 1992. "Waste Stabilization Ponds: a Viable Alternative for Small Community Treatment Systems". Journal of Institute of Water & Environmental Managent, vol. 6. Manual de operación y mantenimiento para el tratamiento de aguas residuales de Nuevo Laredo. Preparado para la comisión del agua. (CNA).

Martínez Rodríguez, J. C. 2005. Evaluación del diseño, operación y mantenimiento de Tanques Imhoff en el estado de Tabasco. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. DACBiol-UJAT. 92 pp +Anexos.

Metcalf and Heddí. 1996. Wasterwater Ingeneering. Treatment.Disposal and Reuse. McGrawHill. 200pp.

Mota Rodas, D. E. 2003. Evaluación de las condiciones físicas y de depuración en las lagunas de estabilización de la base militar No. 10 de Jutiapa. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos Guatemala. 113 pp.

Oliveros O. 1989. Evaluación Operacional de las Lagunas de Oxidación de Valledupar. Comunicación Personal.

Pérez D., Portillo E. y Rodríguez M. 1995. Influencia de la Temperatura en la Demanda Bioquímica de Oxígeno. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.

Rojas Romero J. A. 2005. Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización. Colombia. 275 pp.

Rolim M. 2000. "Sistemas de Lagunas de Estabilización", Mc.Graw Hill. Colombia. 215 pp.

Silva S., Mara D. 1987. Olivera R. The performance of Series of Five Deep Waste Stabilization Ponds in Northeast Brazil. Proceedings of an Lawpre Specialized Conference Held in Lisboa Portugal. 275pp.

Oekley, S. M. 2005. Lagunas de Estabilización en Honduras. Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad. University of California State. 209 pp. +Anexos.

Polése, M. 1998. Economía urbana y regional: introducción a la relación entre territorio y desarrollo. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica. 244 pp.

Rodríguez Rodríguez E. 2002. Las lagunas continentales de Tabasco. José Narciso Rovirosa. México. 264pp.

Rodríguez Rodríguez, E. 1998. Caracterización físico-químico de descargas residuales en la línea costera oeste de Tabasco. Tesis de Maestría. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. IPN. 112 pp. +Anexos.

Romero. H. 1999. Lagunas de estabilización. Alternativa de México para Manejar Aguas Residuales. Ingeniería y Ciencias Ambientales Rev. No.10.

Rodríguez Rodríguez, E., S. López Córdova, C. M. Maritza Hernández y J. L. Sastre Falconi. 2003. Evaluación de la operación de una laguna de estabilización en condiciones tropicales. Memorias 1er. Congreso Nacional de Ingeniería Ambiental, Minatitlán, Veracruz, Noviembre de 2003.

Trujillo A., Cárdenas C., Herrera L. Valbuena M., Araujo I. y Saules L. 1995. Sistema Experimental de Lagunas de Estabilización y Reutilización de sus Efluentes con Fines de Riego. Centro de Investigación del Agua (CIA). Venezuela. 198pp.

Yañez F. 1982. Avances en el Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización, CEPIS, Serie Documentos Técnicos 7.Lima.

CONTENIDO

Evaluación Diagnóstica en Química, Física y Matemáticas de Alumnos de Nuevo Ingreso a la División Académica de Ciencias Biológicas mediante SAEDAB 1.0: Una Aplicación Automatizada Hecha a la Medida CARLOS J. ALVARADO AZPEITIA Y ARMANDO ROMO LÓPEZ	5
Estrategias para la Conformación de Bancos de Información sobre Biodiversidad: Aves del Sureste de México CARLOS J. ALVARADO AZPEITIA, CHRISTIAN KAMPICHLER Y STEFAN ARRIAGA WEISS	13
La cultura del jaguar GRACIELA BEAUREGARD SOLÍS, MIGUEL A. MAGAÑA ALEJANDRO Y JULIO CÁMARA-CÓRDOVA	19
Seaweed: for food, medicine, and industry JEANE RIMBER INDY, HAJIME YASUI, LENIN ARIAS-RODRIGUEZ, CARLOS ALFONSO ALVAREZ-GONZÁLEZ AND WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS-SANCHEZ	31
Propuesta de minimización en el uso de papel en la DACBiol. MITZINGRID DEL CARMEN FLORES ROMERO, JESÚS MANUEL CARRERA VELUETA Y ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS	39
Evaluación tecnológica de lagunas de estabilización de Cárdenas, Tabasco ING. MARINA QUEZADAS BARAHONA Y ERNESTO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ	47
Aplicación de la NOM-087- ECOL-SSA1-2002 de acuerdo a la Generación de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos en el hospital municipal de Huimanguillo y General de Macuspana Tabasco LUCERO VÁZQUEZ CRUZ Y CARLOS DAVID LÓPEZ RICALDE	57
Educación ambiental y la carta de la tierra SÁNCHEZ-CARRIZÓSA KARINA, LÓPEZ RICALDE CARLOS DAVID Y LÓPEZ HERNÁNDEZ EDUARDO SALVADOR	63
Revisión del género ganoderma (Basidiomycota) para el estado de Tabasco DANIEL OVIDIO RAMOS SOSA Y SILVIA CAPPELLO GARCÍA	69
Estudio del ciclo reproductivo de hembras del pejelagarto <i>Atractosteus tropicus</i> MÉNDEZ MARÍN O, A. HERNÁNDEZ -FRANYUTTI, M. C. URIBE- ARANZÁBAL Y W. CONTRERAS -SÁNCHEZ	77
NOTAS	
Notas sobre el género <i>Bactris</i> (Arecaceae) en el estado de Tabasco, México CARLOS MANUEL BURELO RAMOS, GONZALO ORTÍZ GIL Y CARLOS MARIO ALMEIDA CERINO	83
El Colibrí: Desde la cultura Azteca hasta su Importancia Biológica y Ecológica ANA JULIA SANTOS RAMOS, MARTHA BEATRIZ TOVAR ROMERO, MAXIMINO M. MARGALLIS CABRALES Y CANDELARIO BAUTISTA CRUZ	89
NOTICIAS	
Proyectos de Investigación	101
Avisos	105



ISSN - 1665 - 0514