



KUXULKAB'

REVISTA DE
DIVULGACIÓN
División Académica de Ciencias Biológicas

ISSN 1665-0514

• Volumen XVII • Número 32 • Enero - Junio 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

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

Fotos:

Rafael Sánchez Gutiérrez

Estimados lectores de Kuxulkab´:

Durante el transcurso de este año se han venido realizando una importante cantidad de eventos ambientales en los que profesores y estudiantes de nuestra División han participado divulgando las actividades que realizamos, lo que refleja la dinámica que se tiene de trabajo.

Kuxulkab´ es otro medio 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 algunas de las actividades de investigación que se hacen en nuestra División como una contribución a la divulgación de las ciencias ambientales, 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 que estemos viviendo día a día. Este número contiene una colección de catorce artículos y una nota además de un poema de su autoría que una colega comparte con nosotros en esta ocasión. Los temas están relacionados a temas de actualidad en la ciencia como es la bioquímica, biotecnología o la biología molecular y sus aplicaciones, así también de reciclado de materiales y manejo de agua como un recurso vital y abundante en nuestro estado. Entre los artículos incluidos destacan investigaciones que se llevan a cabo en nuestra escuela tanto por alumnos como por profesores/investigadores en los que comparte 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 es nuestra División tengan un espacio de comunicación. Nuestros artículos presentan resultados de contribuciones de investigación de campo o bibliográficas que se desarrollan en los 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



Caracterización y propuesta de tratamiento de las aguas residuales generadas en la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT

José Reyes Osorio
José Ramón Laines Canepa
Roberto Carlos Diaz Paz

División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT
Km 8.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas
C.P.86150; Villahermosa Tabasco México Tel-Fax 993-3544308 jreyoso@gmail.com y jreyoso@hotmail.com

Resumen

En este estudio se evaluó la situación actual de las principales descargas de aguas residuales en la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT. Se caracterizaron 3 puntos importantes: la descarga de agua residual por medio de un canal abierto, el agua tratada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y el agua de la laguna artificial que recibe las descargas de aguas del área de Acuicultura. Para la propuesta del dimensionamiento del sistema de tratamiento se tomaron como datos importantes dos parámetros que se obtuvieron en la caracterización de la descarga, los cuales son DBO y SST, permitiendo presentar un tratamiento natural a base de lagunas: anaerobias, facultativas y de maduración.

Introducción

El agua es un recurso necesario y vital para el ser humano así como para el desarrollo de los ecosistemas, por tal razón cuidarlo y preservarlo tiene mucha importancia para la vida actual y de generaciones futuras. Por lo anterior, se requiere la participación colectiva y el empleo eficaz de los recursos hídricos mediante la identificación clara de los problemas principales que presenta el agua para sus usos diferentes.

Por tal motivo, la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) se da a la tarea de realizar la caracterización de las descargas de sus aguas residuales para cumplir con uno de los objetivos solicitados en el proceso de certificación ambiental y que además tiene como finalidad mejorar la calidad de las aguas y colaborar responsablemente con el medio ambiente.

El agua de abastecimiento de la DACBiol, se distribuye actualmente sin registro alguno de la cantidad que se envía a cada una de las áreas de la División, sin embargo debido a problemas ambientales que se presentan hoy en día y dando cumplimiento a los programas nacionales y estatales en materia de gestión se hace necesario mantener el control de registro y determinar la calidad del agua que descarga actualmente esta institución educativa.

En este proyecto, se evaluaron las aguas residuales en esta División y se realizó (en este sentido) una propuesta técnica para el tratamiento de las aguas residuales en esta institución de educación pública superior.

Las muestras de las descargas de agua residual fueron enviadas a laboratorios acreditados para analizar su calidad y cumplimiento con respecto a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) y Normas Mexicanas (NMX). Los resultados obtenidos muestran la calidad del agua residual que se vierte a los cuerpos receptores.

En una segunda etapa se elaboró una propuesta que oferta hacer modificaciones, ampliaciones o incluso nuevas alternativas para el Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales.

De acuerdo con la información recopilada en los trabajos que se han realizado en tesis, tesinas y otras fuentes de información, se obtuvo lo siguiente:

El suministro principal de agua a la división, corresponde al agua potable proveniente de la red del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Tabasco (SAPAET) y cubre las necesidades indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución y gasto de agua potable en la División de Ciencia Biológicas. (Vidal, 2000; Zarate *et al*, 2005; Alamilla, 2006; Domínguez y Sanchez, 2007).

Edificio/Instalación	Caudal (litros/día)	Periodo						
		D	L	M	M	J	V	S
Laboratorios Edif. H	493		☑	☑	☑	☑	☑	
Laboratorios Edif. C	228		☑	☑	☑	☑	☑	
Área de Acuacultura	15000		☑	☑	☑	☑	☑	☑
Herbário	147		☑	☑	☑	☑	☑	☑
Área Administrativa	1026		☑	☑	☑	☑	☑	
Edificio de Básica y SIG*	721		☑	☑	☑	☑	☑	

*SIG: Sistema de Información Geográfica

La División cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada a un costado del estacionamiento. Esta planta fue adquirida en el año 2005 para solventar los problemas que se tenía con la generación de las aguas residuales y cuenta con el siguiente proceso indicado en la Tabla 2.

Proceso de tratamiento zeolitas.

En el proceso de tratamiento de las aguas residuales generadas en la DACBiol, se tiene lo siguiente:

Marca	ZEOLITAS®		
	Longitud	Ancho	Largo
DIMENSIONES, PTAR (m)	2	4	1.8
Condiciones de Alimentación	Mínimo	Normal	Máximo
DBO (mg/litro)	150	240	400
SST (mg/litro)	120	230	300
DOO (mg/litro)			
Coliformes Fecales (No/litro)	500.000	1.500.000	2.000.000
Condiciones de Salida			
DBO (mg/litro)	NOM-001-A	NOM-001-A	NOM-001-A
SST (mg/litro)	NOM-001-A	NOM-001-A	NOM-001-A
DOO (mg/litro)	NOM-001-A	NOM-001-A	NOM-001-A
Coliformes Fecales (No/litro)	NOM-001-A	NOM-001-A	NOM-001-A
	Condiciones de Operatibilidad		
Parámetro	Mínimo	Normal	Máximo
Gasto (litros/día.)	5.000	10.000	12.000
Presión (Kg/cm ² ., man.)	Atmosférica	Atmosférica	Atmosférica
Temperatura (°C)	16	28	45

Tabla 2. Información Técnica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la DACBiol.

Recepción de aguas negras residuales en la cisterna: Esta etapa del proceso consiste en la recepción de las aguas residuales que se generan de los “baños inteligentes” en una cisterna de 3 m x 3 m, que contiene un área específica para atrapar los sólidos. En sistema de almacenamiento esta acoplado a una bomba, para subir el agua recibida hacia el proceso de tratamiento.

Sedimentación: Con ayuda del coagulante y floculante en proporciones adecuadas, los sólidos contenidos en el agua residual serán removidos en el sedimentador cuya geometría tiene forma de serpentín aumentando el tiempo de residencia ideal para formar macroporos que se puedan depositar y filtrar.

Filtración: Una vez que el agua ha sido clarificada, se hace pasar en forma de llovizna a través de un manto zeolítico a una granulometría de 1 a 3 mm. Este sistema de filtración por zeolitas, trabaja mediante intercambio iónico, mejorando la calidad del agua.

Control de sólidos y sus escurrimientos: Por último, los sólidos se generan durante el proceso de almacenamiento y son controlados mediante limpieza manual, por lo que en cada periodo de tiempo, se tiene que hacer dicho procedimiento.

Materiales y Método

Se identificó el sitio más idóneo para realizar los aforos directos del agua residual de acuerdo a la norma mexicana NMX-AA-003-1980 “Aguas residuales.- muestreo” y NMX-AA-014-1980 “Cuerpos receptores – Muestreo” con el fin de determinar sus características físicas y químicas. La información que se obtuvo en estas actividades fue analizada, para proponer una mejor alternativa de tratamiento, siendo estos lugares posibles: el sistema de drenaje abierto (canal), la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales Zeolitas® y la laguna artificificial, ubicada junto al área de acuacultura.

De acuerdo con los datos presentados anteriormente en la introducción, se tiene un estimado de la cantidad de agua potable usada para las diversas necesidades de la división, y por consiguiente se tiene un valor de la cantidad de agua residual que se genera de los diversos procesos. Por tal motivo, para cumplir este punto de

la metodología se calculó el consumo de agua por habitante por día, en base al número de personas que asisten a esta institución. La información del número de personas que se encuentran en la División, fue proporcionada en su sitio Web por la DACBiol.

Se tomaron muestras de las descargas de aguas residuales tratadas de la planta, del canal de drenaje y de la laguna para posteriormente compararlas con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 “Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

En este punto, fue necesaria la participación de un laboratorio acreditado, para la validación de los resultados de la calidad del agua, contando en todo momento con la participación de personal de la institución para señalar la ubicación donde se tomarían las muestras simples.

Para la estimación del número de muestras simples se determinó de acuerdo a la Tabla 3:

La evaluación de capacidad instalada se hizo considerando la capacidad de los sistemas de tratamiento de agua residual se calculo considerando las especificaciones de operación del fabricante de la planta de zeolitas con la cantidad y calidad del agua residual. Para el caso del sistema lagunar, se basó considerando las características del agua residual (De la Cruz, 2005)

Por último, una vez obtenido los datos de la caracterización de las aguas residuales se procedió a analizar y verificar si estos estaban dentro de los rangos de los límites máximos permisibles de las NOM’s para posteriormente hacer la presentación de diversas propuestas de sistemas de tratamiento del agua residual y dar cumplimiento con las especificaciones requeridas por dichas normas. Las alternativas tecnológicas que se consideraron en este punto, fueron mediante una evaluación ambiental, considerando la cantidad generada de aguas residuales y las ventajas y desventajas que presentan cada una.

Resultados y Discusión

Las caracterizaciones de las descargas de aguas residuales, nos permitieron identificar con mayor claridad que existe en la actualidad contaminación

FRECUCENCIA DE MUESTREO			
Horas por día que opera el proceso generador de la descarga.	Número de muestras simples	Intervalos entre toma de muestras simples (Horas)	
		Mínimo N.E.	Máximo N.E.
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 hasta 24	6	3	4

Tabla 3. Frecuencia de muestreo

NOTA: N.E. No Especificado

hacia el cuerpo de agua ubicado en el interior de la División. De la Cruz, (2005) concluye que en el caso de las descargas de las aguas proveniente del área de acuacultura no hay un grado de contaminación significativa que pueda alterar las condiciones de dicha laguna, siendo esto corroborado en el muestreo realizado por la DACBiol pues no hay presencia de contaminantes de los señalados en la norma que estén fuera del rango. Sin embargo es posible observar un alto contenido de coliformes fecales, producto de las descargas residuales del Motel Costa del Sol, anexo a la División y de la llegada continua de las aguas de residuales de los sanitarios de la misma escuela. Como la entrada de esta agua ha sido de manera continua y con flujo considerable, los análisis reportan más de 24,000 NMP/100 ml de coliformes fecales.

Como actualmente no existen planos de la red del sistema de drenaje, es difícil el reconocimiento del sistema de interconexión del drenaje, sin embargo López, (2003), señala que las descargas de aguas del laboratorio de servicios ambientales (clasificadas como aguas industriales) son colocadas en recipientes cuyo manejo se realiza de manera especial. Esto se corroboró al comparar en la Tabla 4 la composición de las descargas de aguas residuales que transportan por el canal abierto con las generadas en tal laboratorio.

En la Tabla 5 y 6 se presenta la caracterización de las aguas residuales ubicada en el canal abierto y de la planta de tratamiento de aguas residuales marca Zeolitas®.

Parámetro	Canal	Laboratorio (López, 2003)
Temperatura, °C	28	28
DBO5, mg/L	205	125
DQO, mg/L	---	360
pH	8.3	1
Conductividad. uhom/cm	(1)	5.450
Sólidos Susp., mg/L	158.3	377
Cloruros, mg/L	(2)	294
Fósforo Total, mg/L	9.7	1.93

Tabla 4. Análisis del agua residual del canal de la división y de las aguas residuales del laboratorio de servicios ambientales.

Tabla 5. Caracterización de la muestra de agua residual del canal abierto.

Resumen de los resultados y comparativo contra los Límites Máximos Permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996						
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		LDM	LPC
			1	2		
pH de Campo (1 de 6)	U pH	7.6	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (2 de 6)	U pH	8.0	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (3de 6)	U pH	7.9	5-10	5-10	N.A	N.A
pH de Campo (4 de 6)	U pH	8.6	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (5 de 6)	U pH	8.9	5-10	5-10	N.A	N.A
pH de Campo (6de 6)	U pH	8.8	5-10	5-10	N.A	N.A
TEMPERATURA (1 DE 6)	°C	26	N.A	NA	N.A	N.A
TEMPERATURA (2 DE 6)	°C	31	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (3DE 6)	°C	31	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (4 DE 6)	°C	28	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (5 DE 6)	°C	26	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (6 DE 6)	°C	26	N.A	N.A	N.A	N.A
MATERIA FLOTANTE	mg/L	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	N.A	N.A
HUEVOS DE HELMINTOS	org/L	0.0	1	1	N.A	0.02
COLIFORMES FECALES (1 de 6)	NMP/100mL	>2400000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (2 de 6)	NMP/100mL	>2400000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (3 de 6)	NMP/100mL	>2400000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (4 de 6)	NMP/100mL	>2400000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (5 de 6)	NMP/100mL	>2400000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (6 de 6)	NMP/100mL	>2400000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (MEDIA GEOM.)	NMP/100mL	>2400000	94	2000	N.A	NA
ARSENICO	mg/L	ND	0.2	0.2	0.0026	0.0132
CADMIO	mg/L	0.012	0.2	0.05	0.0017	0.0085
COBRE	mg/L	0.051	4.0	4.0	0.0026	0.0131
CROMO	mg/L	0.077	1.0	0.5	0.0034	0.0168
MERCURIO	mg/L	ND	0.01	0.005	0.00018	0.0009
NIQUEL	mg/L	0.049	2.0	2.0	0.0027	0.0009
PLOMO	mg/L	0.039	0.5	5.0	0.0038	0.0135
ZINC	mg/L	0.20	10.0	10.0	0.0028	0.0192
GRASAS Y ACEITES (1 de 6)	mg/L	64.70	N.A	NA	N.A	0.0139
GRASAS Y ACEITES (2 de 6)	mg/L	15.10	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (3 de 6)	mg/L	37.20	N.A	N.A	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (4 de 6)	mg/L	108.20	N.A	N.A	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (5 de 6)	mg/L	32.60	N.A	N.A	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (6 de 6)	mg/L	29.20	N.A	N.A	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (PROM. PONDERADO)	mg/L	NE	15.0	15.00	N.A	NA
SÓLIDOS SEDIMENTALES	mg/L	3.00	1.0	NA	N.A	0.1
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	158.3	150	NA	N.A	5
DBO TOTAL	mg/L	209.0	150	NA	N.A	2
CIANUROS TOTALES	mg/L	0.003	2.0	2.0	0.0011	0.0055
NITRÓGENO TOTAL	mg/L	142.7	40	NA	NA	N.A
FOSFORO TOTAL	mg/L	9.7	20	NA	0.01	0.05

Notas:

Límites Máximos Permisibles de acuerdo a especificaciones Tabla 2 y 3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

1.Descarga a ríos uso en riego agrícola.

2.Descarga a suelos uso en riego agrícola.

*El Nitrógeno Total ó Nitrógeno Kjeldhal es la suma del Nitrógeno Orgánico y el Nitrógeno Amoniacal.

NA= No aplica

LPC= Límite práctico de Cuantificación

LDM=Límite de detección del método

NE=No efectuado

ND= No Detectado

Bq/L=Bequerels por litro

Tabla 6. Caracterización de la muestra de la Planta de Tratamiento de Agua Residual.

Resumen de los resultados y comparativo contra los Límites Máximos Permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996						
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		LDM	LPC
			1	2		
pH de Campo (1 de 6)	U ph	6.7	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (2 de 6)	U pH	6.4	5-10	5-10	N.A	N.A
pH de Campo (3 de 6)	U pH	6.5	5-10	5-10	N.A	N.A
pH de Campo (4 de 6)	U pH	6.4	5-10	5-10	N.A	N.A
pH de Campo (5 de 6)	U pH	6.5	5-10	5-10	N.A	N.A
pH de Campo (6 de 6)	U pH	6.4	5-10	5-10	N.A	N.A
TEMPERATURA (1 DE 6)	°C	28	N.A	NA	N.A	N.A
TEMPERATURA (2 DE 6)	°C	30	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (3 DE 6)	°C	30	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (4 DE 6)	°C	28	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (5 DE 6)	°C	28	N.A	N.A	N.A	N.A
TEMPERATURA (6 DE 6)	°C	27	N.A	N.A	N.A	N.A
MATERIA FLOTANTE	mg/L	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	N.A	N.A
HUEVOS DE HELMINTOS	org/L	0.0	1	1	N.A	0.02
COLIFORMES FECALES (1 de 6)	NMP/100mL	40	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (2 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (3 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (4 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (5 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (6 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	N.A	N.A	3
COLIFORMES FECALES (MEDIA GEOM.)	NMP/100mL	8263.0	94	2000	N.A	NA
ARSENICO	mg/L	ND	0.2	0.2	0.0026	0.0132
CADMIO	mg/L	ND	0.2	0.05	0.0017	0.0085
COBRE	mg/L	0.006	4.0	4.0	0.0026	0.0131
CROMO	mg/L	0.008	1.0	0.5	0.0034	0.0168
MERCURIO	mg/L	0.0007	0.01	0.005	0.00018	0.0009
NIQUEL	mg/L	0.032	2.0	2.0	0.0027	0.0009
PLOMO	mg/L	0.018	0.5	5.0	0.0038	0.0135
ZINC	mg/L	0.17	10.0	10.0	0.0028	0.0192
GRASAS Y ACEITES (1 de 6)	mg/L	7.9	N.A	NA	N.A	0.0139
GRASAS Y ACEITES (2 de 6)	mg/L	7.7	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (3 de 6)	mg/L	6.4	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (4 de 6)	mg/L	5.2	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (5 de 6)	mg/L	4.4	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (6 de 6)	mg/L	4.2	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (PROM. PONDERADO)	mg/L	5.9	15.0	15.00	N.A	NA
SÓLIDOS SEDIMENTALES	mg/L	ND	1.0	NA	N.A	0.1
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	15.3	150	NA	N.A	5
DBO TOTAL	mg/L	19.6	150	NA	N.A	2
CIANUROS TOTALES	mg/L	0.033	2.0	2.0	0.0011	0.0055
NITROGENO TOTAL	mg/L	334.1	40	NA	NA	N.A
FOSFORO TOTAL	mg/L	0.9	20	NA	0.01	0.05

Notas:

Límites Máximos Permisibles de acuerdo a especificaciones Tabla 2 y 3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

1. Descarga a ríos uso en riego agrícola.

2. Descarga a suelos uso en riego agrícola.

*El Nitrógeno Total ó Nitrógeno Kjeldhal es la suma del Nitrógeno Orgánico y el Nitrógeno Amoniacal.

NA= No aplica

LPC= Límite práctico de Cuantificación

LDM=Límite de detección del método

NE=No efectuado

ND= No Detectado

Bq/L=Bequerels por litro

Finalmente se tiene en la Tabla 7 la calidad del cuerpo de agua artificial, cuya profundidad depende de los meses en que se mida.

Tabla 7. Caracterización de la muestra del agua de la laguna.

Resumen de los resultados y comparativo contra los Límites Máximos Permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996						
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		LDM	LPC
			1	2		
pH de Campo (1 de 6)	U pH	8.1	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (2 de 6)	U pH	8	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (3 de 6)	U pH	8.4	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (4 de 6)	U pH	8.5	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (5 de 6)	U pH	8.2	5-10	5-10	N.A	NA
pH de Campo (6 de 6)	U pH	8.6	5-10	5-10	N.A	NA
TEMPERATURA (1 DE 6)	°C	27	N.A	NA	N.A	NA
TEMPERATURA (2 DE 6)	°C	28	N.A	NA	N.A	NA
TEMPERATURA (3 DE 6)	°C	28	N.A	NA	N.A	NA
TEMPERATURA (4 DE 6)	°C	24	N.A	NA	N.A	NA
TEMPERATURA (5 DE 6)	°C	24	N.A	NA	N.A	NA
TEMPERATURA (6 DE 6)	°C	26	N.A	NA	N.A	NA
MATERIA FLOTANTE	mg/L	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	N.A	NA
HUEVOS DE HELMINTOS	org/L	0.0	1	1	N.A	0.02
COLIFORMES FECALES (1 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (2 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (3 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (4 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (5 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (6 de 6)	NMP/100mL	>24000	N.A	NA	N.A	3
COLIFORMES FECALES (MEDIA GEOM.)	NMP/100mL	>24000	94	2000	N.A	NA
ARSENICO	mg/L	ND	0.2	0.2	0.0026	0.0132
CADMIO	mg/L	ND	0.2	0.05	0.0017	0.0085
COBRE	mg/L	0.007	4.0	4.0	0.0026	0.0131
CROMO	mg/L	0.009	1.0	0.5	0.0034	0.0168
MERCURIO	mg/L	0.0082	0.01	0.005	0.00018	0.0009
NIQUEL	mg/L	0.03	2.0	2.0	0.0027	0.0009
PLOMO	mg/L	0.025	0.5	5.0	0.0038	0.0135
ZINC	mg/L	0.04	10.0	10.0	0.0028	0.0192
GRASAS Y ACEITES (1 de 6)	mg/L	9.6	N.A	NA	N.A	0.0139
GRASAS Y ACEITES (2 de 6)	mg/L	8.3	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (3 de 6)	mg/L	7.3	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (4 de 6)	mg/L	8.7	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (5 de 6)	mg/L	10.6	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (6 de 6)	mg/L	8.2	N.A	NA	N.A	2.5
GRASAS Y ACEITES (PROM. PONDERADO)	mg/L	NE	15.0	15.00	N.A	NA
SÓLIDOS SEDIMENTALES	mg/L	0.10	1.0	NA	N.A	0.1
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	13.3	150	NA	N.A	5
DBO TOTAL	mg/L	17.3	150	NA	N.A	2
CIANUROS TOTALES	mg/L	17.001	2.0	2.0	0.0011	0.0055
NITROGENO TOTAL	mg/L	11.3	40	NA	NA	N.A
FOSFORO TOTAL	mg/L	5.5	20	NA	0.01	0.05

Notas:

Límites Máximos Permisibles de acuerdo a especificaciones Tabla 2 y 3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

1. Descarga a ríos uso en riego agrícola.
2. Descarga a suelos uso en riego agrícola.

*El Nitrógeno Total ó Nitrógeno Kjeldhal es la suma del Nitrógeno Orgánico y el Nitrógeno Amoniacal.

NA= No aplica

LPC= Límite práctico de Cuantificación

LDM=Límite de detección del método

NE=No efectuado

ND= No Detectado

Bq/L=Bequerels por litro

Tabla 8. Comparativo del efluente tratado con respecto a la NOM-001.

Características	Influyente	Efluente	NOM-001-SEMARNAT-1996 (Nota 1 v2)
Parámetros, mg/L			
DBO, mg/L	209	30	30
SST, mg/L	158.9	40	40

Tabla 9. Proceso de tratamiento natural de agua residual a través de lagunas.

Laguna	Tiempo de retención, días	Tirante, m	Volumen de Laguna, m ³	Área de Laguna, m ²
Anaerobia	5	5.0	576	115.2
Facultativa	25	5.0	2880	576
Maduración	20	1.0	2304	2,304

Sistema de Tratamiento a Base de Lagunas Facultativas

En la Tabla 8, se muestra un análisis comparativo de las aguas cruda (entrada) y del agua tratada (salida) por medio del sistema de natural.

1. Descarga a río, protección a la vida acuática
2. Descarga a embalses naturales y artificiales, uso público urbano.

Para el cálculo de área de cada una de las lagunas se utilizaron como datos principales la dotación de 150 L/hab.-día. Obteniéndose los siguientes resultados de diseño en la Tabla 9.

Para la descarga de aguas residuales provenientes de laboratorio, la primer propuesta de tratamiento biológico planteada en este proyecto no sería posible, dado que el pH del agua es extremadamente ácido y se sale del intervalo de 6.5 y 8.5, el tratamiento biológico por lo tanto no será posible, además de que se generan problemas de corrosión, Noyola Alberto *et al.*, (2000)

Por otro lado, el agua producida por los sanitarios que recorre el canal del drenaje hasta descarga a la laguna lleva una concentración de 209 mg/L y 142.7 mg/L de DBO y Nitrógeno, respectivamente. Pese a que la fuente de suministro de agua que recibe la planta de tratamiento de aguas residuales es de los baños inteligentes se puede observar el trabajo de los organismos que transforman la cantidad de oxígeno presente a materia orgánica en CO₂ y a nuevo material celular. Asimismo la cantidad de oxígeno es requerida para llevar a cabo la nitrificación. Noyola Alberto *et al.*,

(2000). Esto se corrobora al analizar la descarga de la PTAR, que indica concentración de 19.6 de DBO mg/L y Nitrógeno de 334.1 mg/L.

De las tres descargas de aguas residuales evaluadas con la NOM-001-SEMARNAT-1996, la que presentó mayor cantidad de fósforo total, así como de grasas y aceites fue la descarga proveniente de del canal abierto, con valores de 9.7 y 47.8 mg/L respectivamente. De acuerdo Noyola Alberto *et al.*, (2000) el fósforo que es requerido para la reproducción y síntesis de nuevos tejidos celulares tiene su origen en alto contenido de desechos humanos y detergentes. De la misma manera, la concentración de grasas y aceites que impiden la transferencia de los gases entre el aire y el agua.

También se pudo observar, en el análisis de eficiencia del sistema de tratamiento por zeolitas®, existe incumplimiento de la planta, lo cual solamente está limpiando el agua de sólidos, pero no está haciendo el efecto de desinfección, por lo que esto es un grave problema para el cuerpo receptor.

Por otro lado, De la Cruz, (2000), propone para el tratamiento de las aguas de acuacultura en la DACBiol un sistema de lagunas, sin embargo eso resolvería parte de la problemática pero no el impacto que se genera como institución al medio ambiente. Por lo que la propuesta indicada en el proyecto visualiza una solución más completa que permitirá el tratamiento de las aguas por un horizonte de años.

Conclusión

La capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Zeolitas® de la DACBiol no es suficiente para el tratamiento de 24,937 L/semana de aguas residuales que se generan diariamente en esta división. La descarga del agua residual a través del drenaje (canal) abierto que se vierte directamente a la laguna artificial, está fuera de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996. Los parámetros de materia flotante, coliformes fecales, grasas y aceites, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, DBO total y el Nitrógeno Total no cumplen con las condiciones de descarga que indica la normatividad. Los resultados del análisis de la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales de esta división no cumplen con Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminantes, debido a que los coliformes fecales y Nitrógeno total están presentes en cantidades mayores a los indicados en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Esto indica claramente que la planta no se encuentra funcionando en las condiciones óptimas, por lo que requiere la dosificación de cloro para eliminar las bacterias y un tratamiento continuo de las aguas para evitar que la cisterna de aguas residuales sirva como un reactor biológico, generado el proceso de nitrificación descontrolado. La carga de contaminantes patógenos y químicos, que contiene la laguna artificial de esta institución educativa no se ajustan a los LMP de la NOM-001-SEMARNAT-1996, ya que tiene una aportación de coliformes fecales y cianuros totales igual a 24,000 NMP/100 mL y 17.001 mg/L respectivamente. Para el tratamiento de las aguas residuales que se generan en la DACBiol se consideran un sistema de tratamiento natural a base de 3 lagunas naturales con un área de 2 hectáreas y profundidad de 1.5 metros y 2 lagunas de pulimentos.

Agradecimientos

A la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT por el apoyo otorgado en la realización de este proyecto.

Literatura Citada

Agarwal, A., de los Angeles M. S., Bhatia, Armes., Chéret, I., Dávila-Poblete, S., Falkenmark M., Gonzalez Villareal F., Jonch-Clausen T., Ait Kadi M., Kindler J., Rees Judith, R. P., Rogers, P., Solanes, M., Wright, A. 2000. Global Water

Partnership, www.gwpforum.org/gwp/library/TAC4s p.pdf [Consulta: jueves, 31 de agosto de 2008]

Gavin Towler and Ray Sinnott. 2008. Chemical Engineering Design Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design. Ed. Butterworth-Heinemann.

Cordoba M. J. L. 2004. Diseño conceptual de un sistema de pretratamiento como una alternativa para mejorar la calidad de la descarga de las aguas residuales provenientes de los laboratorios de servicios ambientales de la DACBiol-UJAT. Tesis Profesional, Univ. Aut. De Tab. Pág. 107.

CONAGUA. 1995. NOM-001-CNA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad.

CONAGUA. 2000. NOM-013-CNA-2000. Redes de distribución de agua potable-Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba

Crites, R. & Tchobanoglous, G. 2000. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones, Colombia Editorial Mc. Graw Hill.

De la Cruz L. E. 2005. Tratamiento del agua residual proveniente del laboratorio de acuicultura a través de un sistema natural de depuración. Tesis profesional, División Académica de Ciencias Biológicas. Univ. Aut. De Tab. 60 p.

Díaz D. M. 2006. Evaluarán la protección ambiental de la UABC, Gaceta Universitaria, 166, 3. <http://www.uabc.mx/gaceta/gacetas/g166.pdf> [Consulta: jueves, 25 de agosto de 2008]

Díaz D. C., Esteller A. M. V. y Lopez-Vera F. 2005. Recursos Hídricos. Conceptos básicos y estudios de casos en Ibéroamérica. México/Uruguay. Editorial UNAM/Piriguzú.

DOF. 1980. NMX-AA-003-1980 "Aguas residuales.-muestreo".

DOF. 1980. NMX-AA-014-1980 "Cuerpos receptores – Muestreo"

EMAS. 2001. El reglamento. Guía Práctica N° 761/2001, España.

García L. E. /BID. 1998. Estrategias para el manejo

integrado de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Washington, D.C.

Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Queretaro. 31 de marzo de 2005. http://www.itesm.mx/cronicainter-campus/no_14/movimientos.html [Consulta: 24 de julio de 2008]

Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Navojoa. 7 de abril de 2008. http://www.itson.mx/un/noticias/Noticias_Certificaciones/Certif_Cumpl_Ambiental.html [Consulta: 24 de julio de 2008]

Lara P. D. 2006. Ahorro en el consumo de agua en sanitarios del herbario, área administrativa, edificio de básicas y laboratorio de sistemas de información geográfica de la División Académica de Ciencias Biológicas, Curso de Titulación, División Académica de Ciencias Biológicas. Univ. Aut. De Tab. P. 56, 57.

Rolim M.S. 2000. Sistemas de lagunas de estabilización. Colombia, Mc Graw Hill.

Lopez V. R. 2003. Propuesta del diseño funcional para un sistema de tratamiento por precipitación química de las aguas residuales industriales generadas en los laboratorios de servicios ambientales de la división académica de ciencias biológicas. Tesis profesional, División Académica de Ciencias Biológicas. Univ. Aut. De Tab. 56, 57 p.

Kiely, G. 2005. Ingeniería Ambiental, fundamentos, entornos tecnologías y sistemas de gestión, España Editorial McGra-Hill.

PROFEPA. 2008. Conozcanos, <http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/Conozcanos/> [Consulta: jueves, 31 de agosto de 2008]

PROFEPA, 2008. Guía de Autoevaluación Ambiental, <http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/AuditoriaAmbiental/ProgramaNacionaldeAuditoriaAmbiental/DocumentosAplicablesalasAuditoriasAmbientales/GuiaDeAutoevaluacion.htm> [Consulta: lunes, 28 de agosto de 2008]

SECRETARIA DE SALUD. 1994. NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización",

Samaniego M. J. 2006. Manejo Integral de las aguas residuales generadas en los laboratorios de docencia en la División Académica de Ciencias Biológicas. Curso de Titulación, División Académica de Ciencias Biológicas. Univ. Aut. De Tab. P. 56, 57

SEMARNAT. 1996. , NOM-001 SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en agua y bienes nacionales

SEMARNAT. 1996, NOM-002 SEMARNAT-1996. Que establece lo límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipales.

SEMARNAT. 1997. NOM-003 SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Spellman, F.R. 2008. The science of water. Concepts and applications, United States of America Editorial CRC Press.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - División Académica de Ciencias Biológicas DACBIOL. 2010. <http://www.ujat.mx/interior.aspx?ID=16> [Consulta: jueves, 1 de abril de 2010]



KUXULKAB'

REVISTA DE
DIVULGACIÓN
División Académica de Ciencias Biológicas

ISSN 1665-0514

• Volumen XVII • Número 32 • Enero - Junio 2011 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

