



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



Análisis Comparativo del tratamiento y reúso del Agua en México del año 2005 al 2008

**Jerardo Velázquez Hernández y
Roberto Carlos Díaz Paz**

*jhernandez_0383@hotmail.com , diazpazrc@hotmail.com
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*

Resumen

La situación del tratamiento y uso del agua en el país se ha vuelto una necesidad debido a las grandes descargas de aguas residuales municipales y no municipales. Se determinó que en el año 2005 las 1 433 plantas en operación para uso municipal en el país trataron 71.8 m³/s de aguas residuales, es decir el 35.02% de los 205 m³/s recolectados en los sistemas de alcantarillado y para el año 2008, las 1 833 plantas en operación de uso municipal en el país trataron 83.64 m³/s, es decir el 40.21% de los 208 m³/s recolectados en los sistemas de alcantarillado. Estos resultados obtenidos desde el año 2005 hasta el 2008 nos muestran una idea clara de la importancia que se le ha venido dando al tratamiento y reúso del agua. El número total de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales existentes en el país se ha venido incrementando ya que para el año 2005 se contaba con 1433 plantas en operación de uso municipal y 1821 plantas para uso industrial, mas sin embargo para el año 2008 se incremento a 1833 plantas de tratamiento para uso municipal con un caudal tratado de 83.6 m³/s y 2082 plantas para uso industrial con un caudal tratado de 33.78 m³/s. Asimismo, los procesos utilizados en las plantas de tratamiento de aguas residuales desde el año 2005 hasta el 2008 se destaca el de los lodos activados el cual representó en el año 2005 un 41.26% de utilización en las plantas de tratamientos del país y para el 2008 un 46.2%. En el año 2006 en México se reusaron 150 m³/s de los cuales el 70% corresponden a agua de origen municipal y el 30% a no municipal y para el año 2008 en México se reutilizaron 5 05 1 millones de metros cúbicos de agua (equivalente a un caudal de 160 m³/s). Estos datos obtenidos permiten dar una idea clara de la

importancia del tratamiento de las aguas residuales en el país.

Introducción

El reúso del agua residual tratada es actualmente un recurso valioso y su demanda aumentará en la medida en que decrezca la disponibilidad y se incremente la necesidad de agua de primer uso. El agua residual tratada para su reúso debe reunir una determinada calidad la cual está definida según la actividad en la que se va a utilizar o por la normatividad encargada de regular su aprovechamiento y manejo. Por lo tanto el generar y utilizar agua residual tratada tiene un costo, que involucra su tratamiento y su conducción al sitio de reúso (Moeller *et al.*, 1997).

En México las tarifas de agua son bajas lo que pone en desventaja su tratamiento y reúso. Por estas razones los costos del agua residual tratada deben de compararse con los costos reales de producción de agua potable. Adicionalmente, a los costos del agua para reúso deberían de agregársele los costos de los beneficios obtenidos por ahorros logrados al disminuir problemas de salud pública y de protección al ambiente; por la atenuación del impacto, por cambios de estilo de vida, atenuación de problemas sociales para la obtención de agua, reducción de la explotación de aguas subterráneas y superficiales y de sus consecuencias ambientales; disminución de gastos en la recuperación de suelos salinizados, y en general por reducir la tasa de consumo del agua limpia disponible. En términos prácticos son difíciles de cuantificar los beneficios y los costos de éstos conceptos, sin embargo sería injusto cargarlos a los gastos ocasionados por el reúso. El reúso debe incluir los costos de

postratamiento de acuerdo con los requerimientos técnicos y normativos para cada tipo específico y los de conducción del agua tratada hasta el sitio de reúso. (Moeller *et al.*, 1997).

Hasta el año 2008 en México del total de aguas residuales municipales se trataba el 35%, en tanto que de las aguas residuales industriales, el porcentaje de tratamiento era del 18%. (Estadísticas del agua, 2008). El objetivo de la presente publicación fue presentar información comparativa de los años 2005, 2006, 2007 y 2008 con respecto a las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, total de plantas de tratamientos de aguas residuales municipales e industriales en operación y sus principales procesos de tratamientos y reúso.

La información que aquí se presenta permitirá al interesado analizar la situación del tratamiento de agua residual en el país y conocerá a detalle el número de plantas existentes en el país así como sus principales procesos de tratamiento y reúsos del agua residual tratada.

Metodología

Para determinar las Descargas de aguas residuales municipales y no municipales del año 2005 al 2008 se realizó la revisión del manual Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010; capítulo 4. Infraestructura Hidráulica; apartado 4.5 Tratamiento y reúso del agua; subtítulo: Descarga de agua residual; en donde se analizaron y se compararon las tablas de Descargas de aguas residuales municipales y no municipales presentadas en el año 2005 al 2008.

Para determinar el número de Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales en operación del año 2005 al 2008 se realizó la revisión del manual Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010; capítulo 4. Infraestructura Hidráulica; apartado 4.5 Tratamiento y reúso del agua; subtítulo: Tratamiento de aguas residuales; en donde se analizaron y se compararon las tablas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales en operación presentadas en el año 2005 al 2008; así también se analizaron y se compararon las tabla de los principales procesos de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales presentadas en el año 2005 al 2008 y en este mismo

apartado se analizaron y se compararon las tabla para los tipos de tratamiento de aguas residuales industriales presentadas en el año 2005 al 2008.

Para determinar los datos comparativos del reúso del agua desde el año 2005 al 2008 se realizó la revisión del manual Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010; capítulo 4. Infraestructura Hidráulica; apartado 4.5 Tratamiento y reúso del agua; subtítulo: Reúso del agua residual; en donde se analizaron y se compararon los datos del reúso del agua desde el año 2005 al 2008.

Resultados y Discusión

Análisis comparativo de datos de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales del año 2005 al 2008

De un análisis comparativo realizado al Manual de estadísticas del Agua en México, edición 2006, 2007, 2008 y 2010 la situación para las descargas de agua en el país es la siguiente:

Como se puede apreciar en la Tabla 1. En el año 2005, las 1 433 plantas en operación en el país trataron 71.8 m³/s, es decir el 35.02% de los 205 m³/s, recolectados en los sistemas de alcantarillado.

Como se puede apreciar en la Tabla II. En el año 2006, las 1 593 plantas en operación en el país trataron 74.4 m³/s, es decir el 36.11% de los 206 m³/s, recolectados en los sistemas de alcantarillado.

Como se puede apreciar en la Tabla IV. En el año 2008, las 1 833 plantas en operación en el país trataron 83.64 m³/s, es decir el 40.21% de los 208 m³/s, recolectados en los sistemas de alcantarillado.

Tabla I

Descargas de aguas residuales municipales y no municipales 2005

| Centros urbanos (descargas municipales) | |
|--|---|
| Aguas residuales: | 8.05 km ³ /año(255 m ³ /s) |
| Se recolectan en alcantarillado: | 6.46 km ³ /año(205 m ³ /s) |
| Se tratan: | 2.26 km ³ /año(71.8 m ³ /s) |
| Se generan: | 2.17 millones de toneladas de DBO al año |
| Se recolectan en alcantarillado: | 1.75 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 0.52 millones de toneladas de DBO al año |
| Descargas no municipales, incluyendo a la industria | |
| Aguas residuales: | 5.62 km ³ /año(178 m ³ /s) |
| Se tratan: | 0.85 km ³ /año(26.8 m ³ /s) |
| Se generan: | 6.57 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 0.99 millones de toneladas de DBO al año |

Nota: DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días

1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³.

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2006

Tabla II

Descargas de aguas residuales municipales y no municipales 2006

| Centros urbanos (descargas municipales) | |
|--|---|
| Aguas residuales: | 7.63 km ³ /año(242 m ³ /s) |
| Se recolectan en alcantarillado: | 6.5 km ³ /año(206 m ³ /s) |
| Se tratan: | 2.35 km ³ /año(74.4 m ³ /s) |
| Se generan: | 2.06 millones de toneladas de DBO al año |
| Se recolectan en alcantarillado: | 1.75 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 0.52 millones de toneladas de DBO al año |
| Descargas no municipales, incluyendo a la industria | |
| Aguas residuales: | 5.77 km ³ /año(183 m ³ /s) |
| Se tratan: | 0.87 km ³ /año(27.7 m ³ /s) |
| Se generan: | 6.74 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 0.82 millones de toneladas de DBO al año |

Nota: DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días

1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³.

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2007

Tabla III

Descargas de aguas residuales municipales y no municipales 2007

| Centros urbanos (descargas municipales) | |
|--|--|
| Aguas residuales: | 7.66 km ³ /año(243 m ³ /s) |
| Se recolectan en alcantarillado: | 6.53 km ³ /año(207 m ³ /s) |
| Se tratan: | 2.5 km ³ /año(79.3 m ³ /s) |
| Se generan: | 2.07 millones de toneladas de DBO al año |
| Se recolectan en alcantarillado: | 1.76 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 0.53 millones de toneladas de DBO al año |
| Descargas no municipales, incluyendo a la industria | |
| Aguas residuales: | 5.98 km ³ /año(188.7 m ³ /s) |
| Se tratan: | 0.94 km ³ /año(29.9 m ³ /s) |
| Se generan: | 6.95 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 1.1 millones de toneladas de DBO al año |

Nota: DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días

1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³.

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2008

Tabla IV

Descargas de aguas residuales municipales y no municipales 2008

| Centros urbanos (descargas municipales) | |
|--|--|
| Aguas residuales: | 7.44 km ³ /año(235.8 m ³ /s) |
| Se recolectan en alcantarillado: | 6.56 km ³ /año(208 m ³ /s) |
| Se tratan: | 2.64 km ³ /año(83.64 m ³ /s) |
| Se generan: | 2.01 millones de toneladas de DBO al año |
| Se recolectan en alcantarillado: | 1.77 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 0.58 millones de toneladas de DBO al año |
| Descargas no municipales, incluyendo a la industria | |
| Aguas residuales: | 6.01 km ³ /año(190.4 m ³ /s) |
| Se tratan: | 1.07 km ³ /año(33.7 m ³ /s) |
| Se generan: | 7 millones de toneladas de DBO al año |
| Se remueven en los sistemas de tratamientos: | 1.15 millones de toneladas de DBO al año |

Nota: DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días

1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³.

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2008

Tabla V
Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación

| Entidad federativa | Número de plantas en operación | | | | Caudal tratado (m ³ /s) | | | |
|----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Aguascalientes | 97 | 101 | 108 | 115 | 2.9 | 3.29 | 3.03 | 3.47 |
| Baja California | 26 | 28 | 25 | 27 | 3.96 | 3.29 | 4.93 | 5.26 |
| Baja California Sur | 16 | 16 | 16 | 18 | 0.85 | 0.82 | 0.84 | 0.84 |
| Campeche | 10 | 10 | 10 | 13 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 |
| Coahuila de Zaragoza | 11 | 13 | 20 | 21 | 2.56 | 2.75 | 2.97 | 3.87 |
| Colima | 42 | 47 | 50 | 57 | 0.376 | 0.38 | 0.95 | 1 |
| Chiapas | 11 | 11 | 24 | 24 | 0.96 | 0.95 | 1.18 | 1.36 |
| Chihuahua | 100 | 116 | 119 | 119 | 6.09 | 6.24 | 6.31 | 5.93 |
| Distrito Federal | 30 | 30 | 27 | 27 | 3.53 | 3.53 | 2.81 | 3.12 |
| Durango | 123 | 138 | 165 | 167 | 2.44 | 2.55 | 2.58 | 2.67 |
| Guanajuato | 29 | 36 | 36 | 60 | 3.4 | 3.69 | 4.26 | 4.31 |
| Guerrero | 33 | 33 | 35 | 40 | 1.8 | 1.8 | 1.07 | 1.22 |
| Hidalgo | 8 | 8 | 12 | 13 | 0.05 | 0.05 | 0.21 | 0.28 |
| Jalisco | 94 | 95 | 96 | 96 | 3.25 | 3.28 | 3.39 | 3.49 |
| México | 76 | 78 | 75 | 78 | 4.59 | 4.73 | 4.9 | 5.19 |
| Michoacán de campo | 19 | 21 | 25 | 25 | 0.9 | 1.04 | 2.47 | 2.47 |
| Morelos | 24 | 22 | 27 | 32 | 1.08 | 1.01 | 1.06 | 1.21 |
| Nayarit | 58 | 59 | 60 | 63 | 1.08 | 1.17 | 1.2 | 1.23 |
| Nuevo León | 57 | 61 | 61 | 61 | 11.12 | 11.1 | 11.87 | 11.7 |
| Oaxaca | 54 | 56 | 65 | 66 | 0.64 | 0.66 | 0.69 | 0.99 |
| Puebla | 41 | 82 | 67 | 69 | 2.28 | 2.42 | 2.42 | 2.43 |
| Querétaro Arteaga | 60 | 63 | 63 | 67 | 0.75 | 0.77 | 0.71 | 0.72 |
| Quintana Roo | 25 | 29 | 29 | 29 | 1.61 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| San Luís Potosí | 10 | 12 | 19 | 21 | 1.26 | 1.3 | 1.73 | 1.74 |
| Sinaloa | 82 | 107 | 120 | 136 | 3.58 | 3.82 | 4.18 | 4.51 |
| Sonora | 65 | 66 | 66 | 76 | 2.58 | 2.58 | 3 | 3.09 |
| Tabasco | 59 | 60 | 70 | 72 | 1.13 | 1.21 | 1.32 | 1.31 |
| Tamaulipas | 23 | 33 | 33 | 39 | 3.4 | 3.44 | 3.57 | 4.05 |
| Tlaxcala | 33 | 39 | 52 | 52 | 0.49 | 0.74 | 0.87 | 0.87 |
| Veracruz | 86 | 86 | 87 | 92 | 2.6 | 2.53 | 2.65 | 3.17 |
| Yucatán | 12 | 12 | 13 | 13 | 0.14 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| Zacatecas | 19 | 25 | 35 | 45 | 0.252 | 0.34 | 0.42 | 0.46 |
| Total | 1433 | 1593 | 1710 | 1833 | 71.698 | 73.2 | 79.31 | 83.6 |

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010

Análisis Comparativo de datos para las Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación y sus principales procesos de tratamiento del año 2005 al 2008

En los datos presentados anteriormente en la Tabla V, podemos observar que en el año 2005 se contaba

con 1433 plantas de tratamiento en el país con un caudal tratado de 71.698 m³/s. Así mismo estos datos han venido en aumento ya que en el año 2008 se cuenta con 1833 plantas de tratamientos en el país con un caudal tratado de 83.6 m³/s. Sin embargo por la necesidad de tratar el agua desde al año 2005 al año 2008 se han construido un total 400

Tabla VI
Principales Procesos de tratamiento de aguas residuales municipales

| Proceso | Caudal Tratado (m ³ /s) | | | | Porcentaje (%) | | | |
|------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|------------|------------|------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Biodiscos | 0.53 | 0.48 | 0.47 | 0.41 | 0.74 | 0.65 | 0.59 | 0.49 |
| Filtros biológicos | 3.7 | 3.49 | 3.56 | 3.75 | 5.16 | 4.69 | 4.49 | 4.49 |
| Lagunas de estabilización | 13.32 | 13.8 | 14.2 | 14.6 | 18.56 | 18.6 | 18 | 17.5 |
| Lagunas aireadas | 4.19 | 5.07 | 6.08 | 5.97 | 5.84 | 6.82 | 7.67 | 7.14 |
| Lodos activados | 29.61 | 30.9 | 35.1 | 38.6 | 41.26 | 41.6 | 44.3 | 46.2 |
| Primario | 2.11 | 2.09 | 2.07 | 2.08 | 2.94 | 2.81 | 2.61 | 2.49 |
| Primario avanzado | 9.85 | 9.85 | 8.68 | 8.5 | 13.72 | 13.2 | 10.9 | 10.2 |
| R.A.F.A. | 0.98 | 1.06 | 1.04 | 1.12 | 1.37 | 1.43 | 1.31 | 1.34 |
| Reactor enzimático | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.13 |
| Tanque Imhoff | 0.45 | 0.42 | 0.39 | 0.4 | 0.63 | 0.56 | 0.49 | 0.48 |
| Tanque séptico | 0.24 | 0.16 | 0.13 | 0.45 | 0.33 | 0.22 | 0.16 | 0.54 |
| Humedal artificial (Wetland) | 0.28 | 0.42 | 0.48 | 0.47 | 0.39 | 0.56 | 0.61 | 0.56 |
| Zanjas de oxidación | 2.1 | 2.17 | 2.18 | 2.32 | 2.93 | 2.92 | 2.75 | 2.77 |
| Dual | 4.05 | 4.05 | 0 | 4.37 | 5.64 | 5.45 | 0 | 5.23 |
| Otros | 0.28 | 0.28 | 4.73 | 0.42 | 0.39 | 0.38 | 5.96 | 0.5 |
| Total | 71.77 | 74.4 | 79.3 | 83.6 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Nota: La columna Porcentaje (%) se determina como sigue: (Caudal tratado (m³/s) por proceso) / (Total de caudal tratado) * 100

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010

plantas de tratamientos de aguas residuales mas en el país.

Como se puede observar en la Tabla VI. Se presentan los principales procesos de tratamiento de aguas residuales municipales del año 2005 al 2008. En el cual se aprecia procesos más utilizado por las plantas de tratamientos en el país es el de los lodos activados.

Análisis Comparativo de datos para las Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación y sus tipos de tratamiento de aguas residuales en los años 2005 al 2008

En la Tabla VII. Se presenta el número total de plantas de tratamientos de aguas residuales industriales en operación y en los cuales se aprecia que para el año 2005 se tenía un total de 1821

Tabla VII
Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación

| Número de plantas en operación | | | | Caudal tratado (m ³ /s) | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------------------------------------|-------|-------|-------|
| 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| 1821 | 1868 | 2021 | 2082 | 26.82 | 27.66 | 29.87 | 33.78 |

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010

Tabla VIII
Tipos de tratamiento de aguas residuales industriales

| Tipo de tratamiento | Gastos de Operación (m ³ /s) | | | | Porcentaje (%) | | | |
|---------------------|--|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Primario | 8.52 | 10.05 | 10.63 | 12.25 | 31.77 | 36.35 | 34.65 | 36.26 |
| Secundario | 17.56 | 15.19 | 15.9 | 17.62 | 65.47 | 54.94 | 51.83 | 52.16 |
| Terciario | 0.68 | 0.82 | 0.64 | 0.83 | 2.54 | 2.97 | 2.09 | 2.46 |
| No especificado | 0.06 | 1.59 | 3.51 | 3.08 | 0.22 | 5.75 | 11.44 | 9.12 |
| Total | 26.82 | 27.65 | 30.68 | 33.78 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Nota: La columna Porcentaje (%) se determina como sigue: (Gasto de operación (m³/s)) / (Total de gasto de operación) * 100

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2006, 2007, 2008 y 2010

plantas en operación con un caudal tratado de 26.82 m³/s y para el año 2008 un total de 2082 plantas con un caudal tratado de 33.78 m³/s.

En la Tabla VIII. Se observan los tipos de tratamientos de aguas residuales industriales que se realizaron en el país.

Reúso del Agua

En el año 2006 en México se reusaron 150 m³/s de los cuales el 70% corresponden a agua de origen municipal y el 30% a no municipal. El reúso de agua en la agricultura es una práctica conocida en el país, sin embargo, el reúso en la industria, servicios municipales, usos secundarios y recarga de acuíferos, se practicaban en pequeña proporción (Estadísticas del Agua en México, Edición 2007).

Se estima que en el año 2007 en México se reutilizaron 4 722 millones de metros cúbicos de agua (equivalente a un caudal de 150 m³/s). En el reúso de agua de origen municipal destaca la transferencia de aguas residuales colectadas en las redes de alcantarillado hacia cultivos agrícolas. En una menor proporción se reutilizan dichas aguas en las industrias, así como en las termoeléctricas, como es el caso de la central termoeléctrica de Villa de Reyes en San Luis Potosí. En el reúso de agua de origen industrial (no municipal) destacan las aguas residuales de los ingenios azucareros en el cultivo de caña en el estado de Veracruz. (Estadísticas del Agua en México, Edición 2008).

Para el año 2008 en México se reutilizaron 5051 millones de metros cúbicos de agua (equivalente a un caudal de 160 m³/s). En el reúso de agua de origen municipal destaca la transferencia de aguas residuales colectadas en las redes de alcantarillado hacia cultivos agrícolas. En una menor proporción se reutilizan dichas aguas en las industrias, así como en las termoeléctricas, como es el caso de la central termoeléctrica de Villa de Reyes en San Luis Potosí. En el reúso de agua de origen industrial (no municipal) destacan las aguas residuales de los ingenios azucareros en el cultivo de caña en el estado de Veracruz. (Estadísticas del Agua en México, Edición 2010).

Conclusión

Los resultados aquí mostrados permitieron establecer una comparativa del tratamiento del agua en México y por lo cuales se puede establecer las siguientes Observaciones:

Las plantas de tratamientos de aguas residuales en el país cada vez son de gran prioridad ya que son necesarias para poder tratar las grandes cantidades de descargas de aguas residuales municipales y no municipales.

El principal proceso utilizado en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en el país es el de lodos activados.

En el reúso de agua de origen industrial (no municipal) destacan las aguas residuales de los

ingenios azucareros en el cultivo de caña en el estado de Veracruz.

Referencias

Moeller, G.; Rivas, A.; Escalante, V. y Pozo, F. 1997. Tecnología de punta para el reúso de aguas residuales en México. Informe final. Convenio SGP-IMTA, CNA-IMTA.

Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México. 2006. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México. 2007. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México. 2008. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México. 2010. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| “Reciclado de Polietilen Tereftalato (PET), Diversas Opciones” CLAUDIA MARÍA DEL CARMEN CENICEROS GONZÁLEZ | 5 |
| Evaluación de la Calidad Espermática del Robalo Chucumite (<i>Centropomus parallelus</i>) Usando Implante de GnRH-a Bajo Condiciones de Laboratorio MARÍA DE JESÚS CONTRERAS GARCÍA, WILFRIDO CONTRERAS SÁNCHEZ, ULISES HERNÁNDEZ VIDAL, LENIN ARIAS RODRÍGUEZ, ALEJANDRO MCDONAL VERA, JUAN MANUEL VIDAL LÓPEZ, CARLOS A. ÁLVAREZ GONZÁLEZ, SALOMÓN PÁRAMO DELGADILLO, REINALDO PATIÑO..... | 11 |
| Efecto del trifloxystrobin sobre frutos de papaya(<i>Carica papaya L.</i>) infectados por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) MAGDIEL TORRES DE LA CRUZ, MARIÁN GUADALUPE HERNÁNDEZ ARENAS, LUIS ALFONSO AGUILAR PÉREZ..... | 17 |
| Valoración Médica para Favorecer la Formación Integral del Alumno de Nuevo Ingreso IRIS SELENE QUIJANO MENDEZ, MARÍA ELENA MACÍAS VALADEZ TREVIÑO, ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS, EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ..... | 23 |
| Análisis Comparativo del tratamiento y reúso del Agua en México del año 2005 al 2008 JERARDO VELÁZQUEZ HERNÁNDEZ, ROBERTO CARLOS DÍAZ PAZ..... | 29 |
| Los marcadores moleculares: herramientas innovadoras en biología molecular YAZMÍN HERNÁNDEZ-DÍAZ, MANUEL JIMÉNEZ GARCÍA..... | 37 |
| Hábitos alimentarios de <i>Gambusia yucatan</i> en la División Académica de Ciencias Biológicas (UJAT). Villahermosa Tab. AMÉRICA MONDRAGÓN SÁNCHEZ, OBED RODAS REGIL..... | 43 |
| Vegetación y Uso del Suelo de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco ISABEL PALOMEQUE MARTÍNEZ, ISRAEL CONTRERAS RODRÍGUEZ, OFELIA CASTILLO ACOSTA, JOSUÉ CANUL HERNÁNDEZ, LUISA CÁMARA CABRALES, HUMBERTO HERNÁNDEZ TREJO, ANA LINDA GARCÍA PÉREZ, SARA IZQUIERDO VALENZUELA, CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS, JOEL ZAVALA CRUZ | 49 |
| 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..... | 61 |
| Tendencias del Rendimiento Académico en Estudiantes de Nuevo Ingreso en la DACBiol - UJAT MARÍA ELENA MACÍAS VALADEZ, GRETA GÓMEZ, MARÍA DEL ROSARIO BARRAGÁN, JESÚS MANUEL CARRERA..... | 71 |
| Potencial ecoturístico de la comunidad Chontal de Olcuatitán, Nacajuca, Tabasco KARINA SÁNCHEZ-CARRIZÓSA, EDUARDO S. LÓPEZ-HERNÁNDEZ | 77 |
| La digestión anaerobia y la bioquímica KARLA CRISTEL CÁMARA MOGUEL, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA..... | 89 |
| Abundancia poblacional del ostión <i>Crassostrea virginica</i> en la laguna Mecoacán del Estado de Tabasco, México ARTURO GARRIDO MORA, FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES, YESSÉNIA SÁNCHEZ ALCUDIA, ALBERTO DE JESÚS SÁNCHEZ, JOSÉ LUIS RAMOS PALMA, ANDRÉS A. GRANADOS BERBER, ROSA AMANDA FLORIDO ARAUJO, VIOLETA RUÍZ CARRERA, LEONARDO ACOSTA DÍAZ..... | 97 |
| Las Nitrorreductasas y su Aplicación en Biotecnología RODOLFO GÓMEZ CRUZ..... | 101 |
| NOTAS | |
| Programa de Tutorías: Enfoque, Diseño y Procedimientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas | 109 |
| Oda al Hongo SILVIA CAPPELLO G..... | 113 |



ISSN - 1665 - 0514