



ISSN 1665-0514

KUXULKAB'

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVII • Número 31 • Julio - Diciembre 2010 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



XV Aniversario

2010 / AÑO BIODIVERSIDAD

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama
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
Diseño y comunicación visual
FES Cuautitlán

Estimados lectores de Kuxulkab´:

Durante lo que va del 2010 hemos presenciado un sin número de acciones y eventos relacionados con la protección de la Biodiversidad llevados a cabo no solo por organismos internacionales sino por instituciones de investigación, de educación y por la sociedad civil. Con este número cumplimos 15 años de contribuir a la divulgación de la ciencia uniéndonos con artículos referentes a la biodiversidad a eventos como la “Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología” y la 16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático junto con la 6ª Conferencia de las Partes que se llevaron a cabo en Cancún, y que tuvieron como su temática o como un eje de discusión la Biodiversidad.

Hoy la biodiversidad no solo está amenazada el avance de las actividades humanas sino por los cambios en la temperatura, la precipitación y otras variables ambientales. Los científicos documentan estas consecuencias adversas sobre muchas especies de plantas, animales y ecosistemas así como los cambios que se están registrando en patrones de floración y comportamiento de las especies. Junto con la pérdida de sistemas naturales por deforestación el cambio climático y la contaminación como impactos causan graves crisis que pone en peligro a la biodiversidad. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, ha señalado que alrededor del 50% de las especies que han sido estudiadas ya han sido afectadas por él y muchas se encuentran amenazadas. Las pérdidas son ya irreparables, por lo que es necesario divulgar la importancia de conocer nuestros recursos y protegerlos como un compromiso social.

Kuxulkab´ cumple con la misión de divulgar las actividades de investigación, no solo para nuestra comunidad sino como una contribución a la divulgación de las ciencias así como generar una cultura de protección. Los temas son contribuciones que nos envían las cuales de forma sencilla dan datos de los recursos naturales, además de temas relacionados a la atención a problemas ambientales. En este número se publican diez artículos y tres notas entre los cuales tenemos cinco que tocan directamente aspectos de la biodiversidad y el uso y manejo de los recursos naturales.

Como siempre esperamos sus manuscritos, recordándoles que esta “nuestra revista” es un producto de las aportaciones de todos nosotros en la División Académica de Ciencias Biológicas. Por último, agradecemos a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director



Almidón modificado de plátano: Posible uso en el tratamiento de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios

José Alipio Ortega Domínguez¹
José Ramón Laines Canepa²
María Adelfa Aparicio Trápala²

¹Docente de Bachillerato

²Profesor-Investigador, UJAT

pipoortega007@hotmail.com

Resumen

Estudios anteriores, han permitido establecer la factibilidad de aplicar mezclas con propiedades coagulantes en el tratamiento de lixiviados o en el tratamiento de aguas residuales industriales o municipales, mediante el uso de almidón de plátano. En este trabajo se presenta la metodología de obtención del almidón modificado de plátano de acuerdo a Aparicio (2003). Se plantea un método experimental, que permita la remoción de partículas no sedimentables de una muestra de lixiviados proveniente de rellenos sanitarios del estado de Tabasco y/o se pueda tener alternativas para sustituir el uso de sulfato de aluminio puro que es uno de los químicos más utilizados en dicho tratamiento. Para la evaluación de las mezclas con potencial coagulante se propone la metodología usada por Laines (2008).

Introducción

El relleno sanitario o vertedero de residuos sólidos

Actualmente –cuando bien va-, se depositan los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en sitios de disposición final mejor conocido como rellenos sanitarios. Cotidianamente se depositan en tiraderos a cielo abierto. La carencia de una cultura ambiental en el manejo de estos residuos se suma a todos los males que hasta hoy, la actividad del ser humano provoca y promueve, de acuerdo a los sistemas de producción que posee. El origen de esos males podría olvidarse o incluso algunos todavía pueden pensar que es poco importante, pero en verdad no deben de soslayarse. El relleno sanitario, aún cuando es la última opción en el

esquema de manejo de los residuos; en nuestro país y particularmente en nuestro estado se presenta como la primera opción. Por lo tanto, es necesario proponer alternativas de tratamiento para los lixiviados, uno de los productos principales que se generan en dicho tratamiento de disposición final. Se puede definir a un relleno sanitario o vertedero de residuos sólidos, como un reactor bioquímico, con residuos y agua como entradas principales, y con gases de vertedero y lixiviado como principales salidas. El material almacenado en el vertedero incluye: material orgánico parcialmente biodegradado y otros materiales inorgánicos de los residuos originalmente colocados en el vertedero (Tchobanoglous *et al.*, 1998).

El *lixiviado* no es tratado la mayoría de las veces y provoca serios problemas de pérdida de fertilidad en suelos e infiltración en el agua del manto freático disminuyendo sus propiedades físico - químicas y biológicas. La figura 1, presenta un esquema de los constituyentes principales en un relleno sanitario. En él se observa la importancia de colocar sistemas de extracción de líquidos (lixiviado), para su posterior tratamiento.

El alto poder contaminante de los lixiviados hace necesario un tratamiento adecuado, previo a su destino final. Este tratamiento dependerá del origen, composición y producción del lixiviado, mientras que la disposición final variará de acuerdo con los tratamientos recibidos, tales como vertido a aguas superficiales, descarga en estaciones depuradoras de aguas residuales, descarga sobre pilas de compostaje o descarga sobre el propio vertedero (CER, 2000). La tabla 1, muestra los constituyentes principales de un lixiviado.

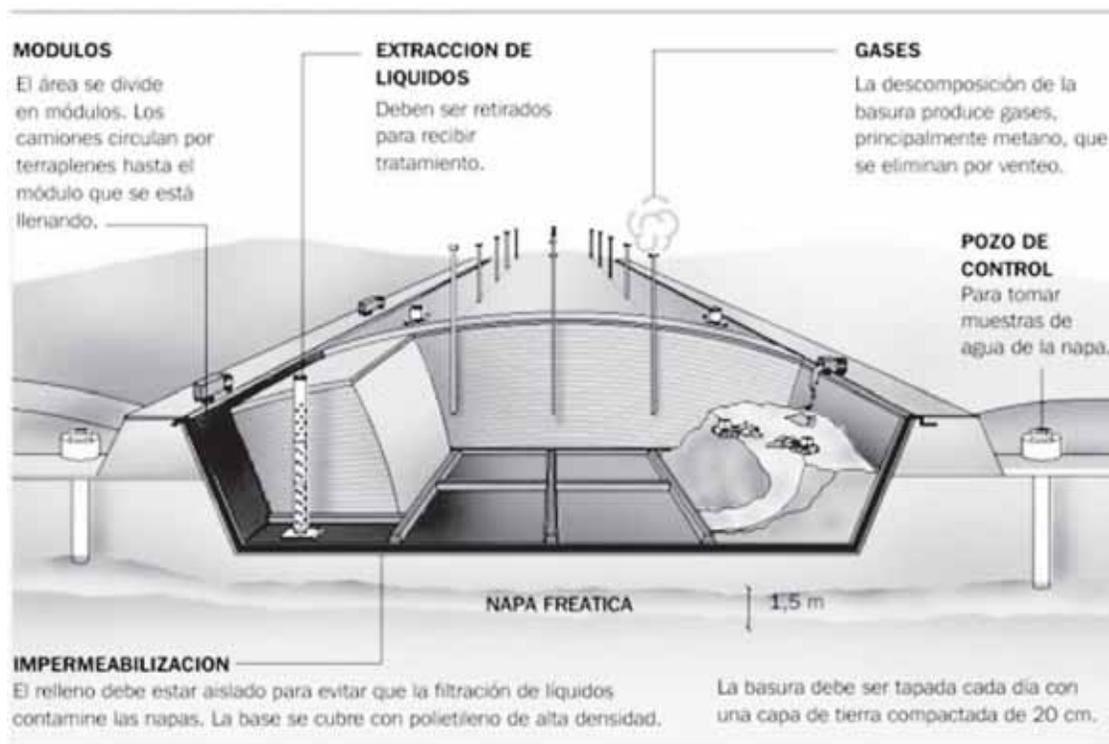


Figura 1. Esquema de los constituyentes principales en un relleno sanitario

Parámetro	Unidades	Resultado	LD
Cianuros	mg/L	<LD	0,00018
Coniformes fécales	NMP/100mL	>2400	3
DBO5	mg/L	142	2
DQO	mg/L	439	N/A
Fósforo	mg/L	0,82	0,0149
Grasas y aceites	mg/L	4,45	N/A
Helmintos	Huevos de Helmintos/L	<1	1
Material Flotante	mg/L	Ausente	N/A
Nitrógeno total	mg/L	185,92	0,05
Nitrógeno de nitritos	mg/L	<LD	0,0015
pH	pH	6,8	N/A
Sólidos sedimentables	mg/L	1,5	0,1
SST	mg/L	205	N/A
Conductividad	uS/cm	4200	N/A
Color	u. n	1043	N/A
Turbiedad	UNT	126	N/A
Temperatura	°C	28	N/A

Tabla 1. Análisis del lixiviado (Laines, 2008).

¿Qué se ha hecho sobre el tema?

La selección del proceso de tratamiento de lixiviados es una tarea compleja (Longsdon *et al.*, 2002). Por lo tanto, no existe un sistema de tratamiento exclusivo para el lixiviado; al contrario, se proponen normalmente numerosos métodos de tratamiento que se combinan e incluyen al tratamiento biológico, precipitación química, adsorción con carbón activado, sedimentación, flotación y filtración como tratamientos generales, y tratamientos específicos tales como oxidación o reducción química, intercambio iónico, membranas, stripping y oxidación húmeda (Bueno *et al.*, 1995). Según Tchobanoglous *et al.*, (1998) la gestión de lixiviados es clave para la eliminación del potencial que tiene un vertedero para contaminar acuíferos subterráneos.

Estos autores comentan el uso de varias alternativas para gestionar el lixiviado recolectado de los vertederos, incluyendo 1) reciclaje del lixiviado, 2) evaporación del lixiviado, 3) tratamiento seguido por evacuación, y 4) descarga a los sistemas municipales para la recolección de aguas residuales. Tradicionalmente, el sistema que más se ha utilizado es la recirculación del lixiviado al propio vertedero, que se convierte así en un gigantesco digestor anaerobio para el tratamiento de los lixiviados.

La Norma Oficial Mexicana 083 (SEMARNAT, 2003) especifica en su apartado 7.3 que debe construirse un sistema que garantice la captación y extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. Muchas han sido las contribuciones en el tratamiento de los lixiviados, estas se resumen a continuación:

Laines (2008), utilizó mezclas preparadas a base de almidón de plátano-sulfato de aluminio y arcillas con propiedades coagulantes para el tratamiento de lixiviados y en el ulterior tratamiento de aguas residuales industriales o municipales, dando buenos resultados. Tales mezclas, por su menor costo, pudieran ser una opción de tratamiento físico para regiones en vías de desarrollo como la que el estado de Tabasco representa.

El almidón de plátano

El almidón se encuentra en las células vegetales

bajo la forma de partículas insolubles o gránulos. El tamaño y la forma de éstos varían de un vegetal a otro y es posible determinar, mediante su examen bajo el microscopio común, el origen de un determinado almidón. La hidrólisis total en medio ácido, o con enzimas, resulta en la conversión cuantitativa del almidón en D- Glucosa.

Así, químicamente el almidón es un glucano, o mejor dicho una mezcla de glucanos, pues el gránulo del almidón es un sistema heterogéneo que consiste principalmente en dos compuestos distintos: la amilosa, que es esencialmente un polímero lineal; y la amilopectina, que es un polímero muy ramificado. Los almidones pueden ser extraídos de frutas y granos como lo son: el maíz y el plátano. La cantidad de almidón en plátano se puede observar y comparar en la tabla 2.

El plátano en Tabasco es un cultivo tradicional que se encuentra distribuido en dos zonas definidas: la Región Sierra, que comprende los municipios de Teapa y Tacotalpa, en donde los productores utilizan una alta tecnología siendo la zona exportadora de ese cultivo; la segunda, es la Región Chontalpa-Centro que comprende los municipios de Centro, Cunduacán, Huimanguillo, Cárdenas, Nacajuca y Jalpa de Méndez, en donde los productores carecen de tecnología y la comercialización se hace principalmente por conducto de intermediarios (INIFAP 2000).

El plátano utilizado proviene del proceso de manufactura de la empresa Agropecuaria "Las Mirandas" localizada en el kilómetro 43.5 de la carretera Villahermosa – Teapa. Dicho plátano es desechado por no cumplir las normas y estándares de calidad, por lo cual tiene un uso potencial que no es aprovechado. Por lo tanto, en este trabajo se utilizaría este residuo como materia prima.

Los almidones nativos se obtienen a partir de las fuentes de cereales (a partir de grano o subproductos) conservando la estructura nativa del almidón, su utilidad consiste en que regulan y estabilizan la textura por sus propiedades gelificantes y espesantes (Bello *et al.*, 2006). Estas propiedades se potencializan modificando la estructura química de los mismos.

La modificación química del almidón

Las limitaciones anteriores se pueden superar

Tabla 2. Contenido de amilosa y amilopectina en almidones nativos (Aparicio; 2003).

Origen del almidón	Amilosa (g /100 g de almidón)	Amilopectina (g /100 g de almidón)
Chicharo	36	63
Trigo	28	72
Maíz	27	73
Maíz ceroso	0-1	99
Papa	21	79
Arroz	17	83
Arroz ceroso	0-2	98
Yuca	17	83
Plátano	11	89
Amaranto	69	31

Fuente: Tester y Karkalas (1996); Wang *et al.*, 1997; Ellis y Cochrane (1998); Calzetta *et al.*, 2000; Eggleston *et al.*, 1992.

modificando la estructura nativa por métodos químicos, físicos y enzimáticos (Fleche *et al.*, 1985), dando como resultado un almidón modificado; donde se incluye a los almidones hidroxipropilados de enlaces cruzados y acetilados (Van der Bij, 1976). Estos almidones generalmente muestran mejor claridad de pasta y estabilidad, menor tendencia a la retrogradación y aumento en la estabilidad al congelamiento-deshielo (Bello y Contreras; 2006).

Debido a la presencia de tres grupos hidroxilo (OH-) reactivos en la glucosa que se encuentra formando las cadenas de amilosa y amilopectina, se ha podido realizar la obtención de los derivados de almidón, por modificación química, pero también se han desarrollado métodos de modificación físicos o genéticos.

Ya sea de uno u otro tipo, los procesos de modificación inducen cambios en las propiedades del almidón y con frecuencia son aplicados solos o combinados, dependiendo del tipo de características del almidón nuevo que se desea obtener (Light, 1990; Aparicio, 2003).

Actualmente, se producen almidones modificados, ya sea químicamente por entrecruzamiento, esterificación, hidrólisis química y enzimática; por modificación física, como la pregelatinización o bien por modificación genética como la hibridación. El entrecruzamiento es una de las modificaciones más utilizadas y consiste en la formación de puentes entre las cadenas de azúcar

que forman el almidón. Si los puentes se forman utilizando trimetafosfato de sodio, se produce el fosfato de dialmidón. El entrecruzamiento permite obtener pastas de alta estabilidad ante el calentamiento, la agitación y el bajo pH y no presentan gelificación ni retrogradación.

El desarrollo de coagulantes de bajo costo aplicables en el tratamiento de lixiviados de aguas residuales municipales e industriales, podría significar incrementos en la eficiencia de este tipo de tratamientos en América Latina y otras regiones en vías de desarrollo.

Método propuesto

Obtención de almidón modificado

El almidón de plátano se extrae de acuerdo a la metodología de Aparicio (2003), en la figura 2, se muestran los pasos para la preparación de la muestra, separación de la muestra y extracción de la muestra.

Para la modificación de los almidones nativos se aplican las siguientes técnicas:

Entrecruzamiento con trimetafosfato de sodio (Lii y Chang, 1987). A 200 ml de una suspensión de almidón nativo al 50 %, se le adicionan 3.5 g de carbonato de sodio, y 0.5 g de trimetafosfato de sodio. El pH se ajusta a 10.5 con solución de 0.1N NaOH y la mezcla se colocó en una estufa a 50° C durante 1h, se filtra, se lava 3 veces con agua

destilada, se ajusta el pH a 6.5 con 0.5 NCl para posteriormente secarse a 40 °C. El almidón modificado obtenido se pulverizó antes de almacenarlo.

En la figura 3 se presenta un diagrama de la metodología de obtención de almidón modificado de plátano y el uso de la mezcla de coagulantes.

Tratamiento del lixiviado

Primero se hace un pretratamiento al lixiviado de la siguiente manera:

Acidificación: Añadir ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado con el fin de oxidar la materia orgánica disuelta en el lixiviado y adecuarlo de esta forma para la etapa de coagulación. El pH de control será de 4.5.

Neutralización: se agrega cal ($Ca(OH)_2$) para ajustar el pH hasta un rango alrededor de 7 (neutro).

Posteriormente se realiza una **Coagulación – Floculación** con el lixiviado pretratado, mediante una prueba de jarras (figura 4).

Se agregan 1000 mL del lixiviado pretratado en cada uno de los 6 vasos de precipitados, que conforman el equipo de prueba de jarras, se adiciona el coagulante a 5 concentraciones diferentes (75, 150, 225, 300, 375 mg/L) más un testigo (0 mg/L); el mezclado, se realizará según el método de Letterman y Villegas (1976), mezcla rápida: 15 segundos a 200 rpm, con la finalidad de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica contenida; mezcla lenta: 25 minutos a 25 rpm, para promover la formación de flóculos. Dejar sedimentar cada vaso por espacio de 30 minutos. Al término de la sedimentación se medirá la turbiedad, color, DQO, pH, SDT y conductividad (figura 5). Así mismo se determina la concentración óptima del coagulante.

Los coagulantes que se utilizarán serán: Sulfato de aluminio, almidón modificado y las siguientes

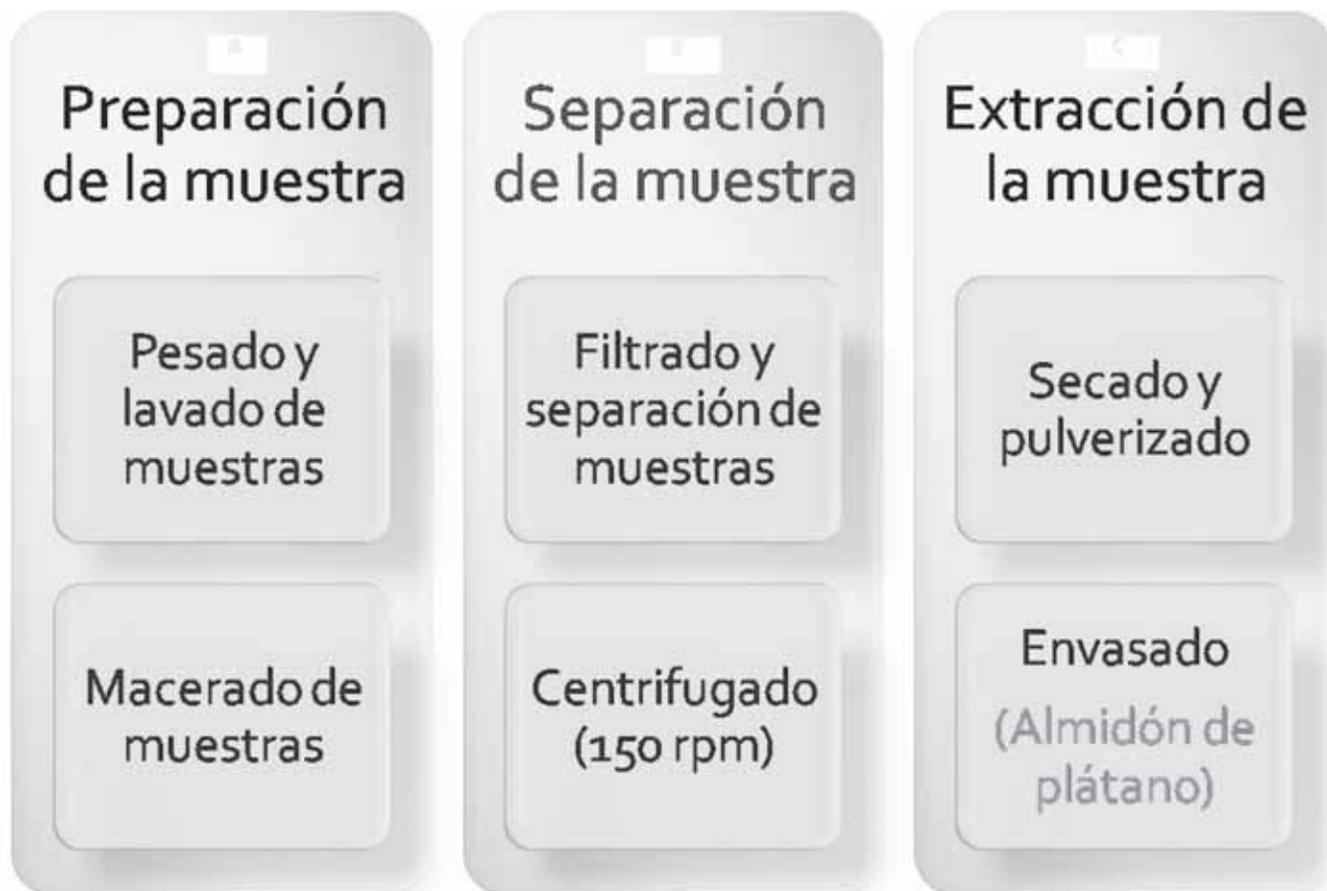


Figura 2. Metodología general para la obtención de almidón de plátano.



Figura 3. Metodología para la obtención de almidón modificado de plátano uso de la mezcla de coagulantes.

de la prueba de jarras. El experimento será completamente al azar para agregar las concentraciones de coagulantes. Se evaluarán los siguientes parámetros en el **Efluente**: turbiedad, color, DQO, pH, SDT y conductividad.

Para concluir, se compararán las variables cuantitativas, turbiedad, color, DQO, pH, SDT y conductividad obtenidas con el polímero modificado de plátano y las mezclas de Sulfato de aluminio con el polímero modificado contra el Sulfato de aluminio. Para determinar diferencias estadísticas significativas, se realizará una prueba de ANOVA (2vías). En caso que los datos no cumplan con los supuestos de la estadística paramétrica se procederá empleando la prueba de Kruskal Wallis. Los datos serán evaluados en el paquete estadístico STATISTICA7MR. Todos los gráficos serán elaborados empleando el paquete SIGMAPLOTMR V. 7.0.

mezclas en proporción: 50:50 y 30: 70 de Sulfato de aluminio y almidón de plátano modificado respectivamente.

Las 72 unidades experimentales, se realizarán a nivel laboratorio siguiendo la metodología clásica

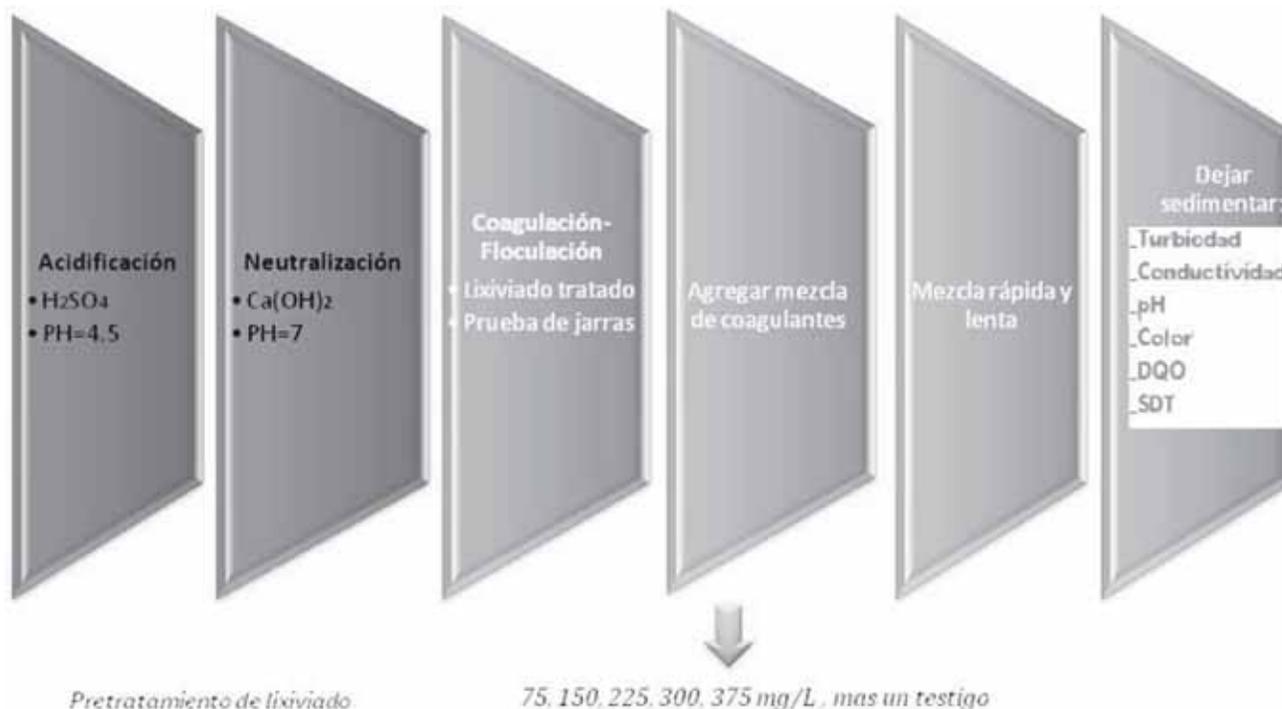


Figura 4. Esquema del pretratamiento del lixiviado (Laines, 2008)

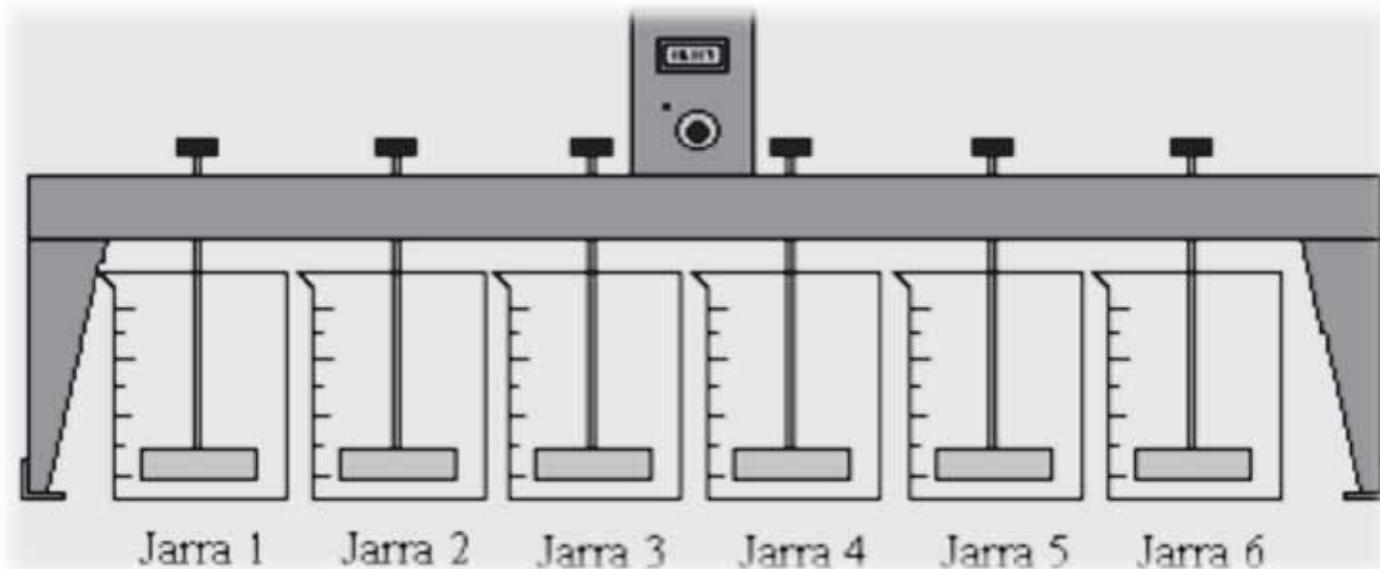
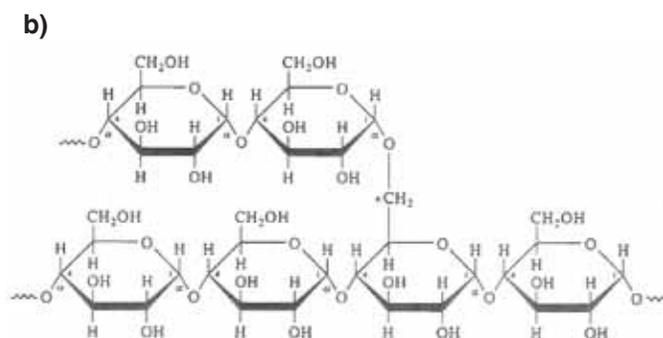
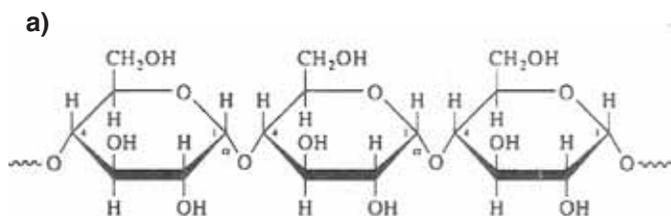


Figura 5. Prueba de jarras.

Anexos

Autores	Contribución
González y Valdivia (2001)	Tratamiento de lixiviados como un aporte adicional a las aguas residuales.
Wang <i>et al.</i>, (2002)	Aplicación de procesos de coagulación – foto oxidación en el tratamiento.
Matarán <i>et al.</i>, (2003)	Empleo de filtros en el tratamiento de lixiviados, de residuos urbanos.
Marañón (2004)	Tratamiento de lixiviados mediante procesos de oxidación avanzada en cuanto a la eliminación de la materia orgánica biodegradable.
Ntampou <i>et al.</i>, (2006)	Aplicación de métodos físico-químicos para eficientar el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios.
Hamidi <i>et al.</i>, (2007)	Remoción de color con un proceso de coagulación-floculación

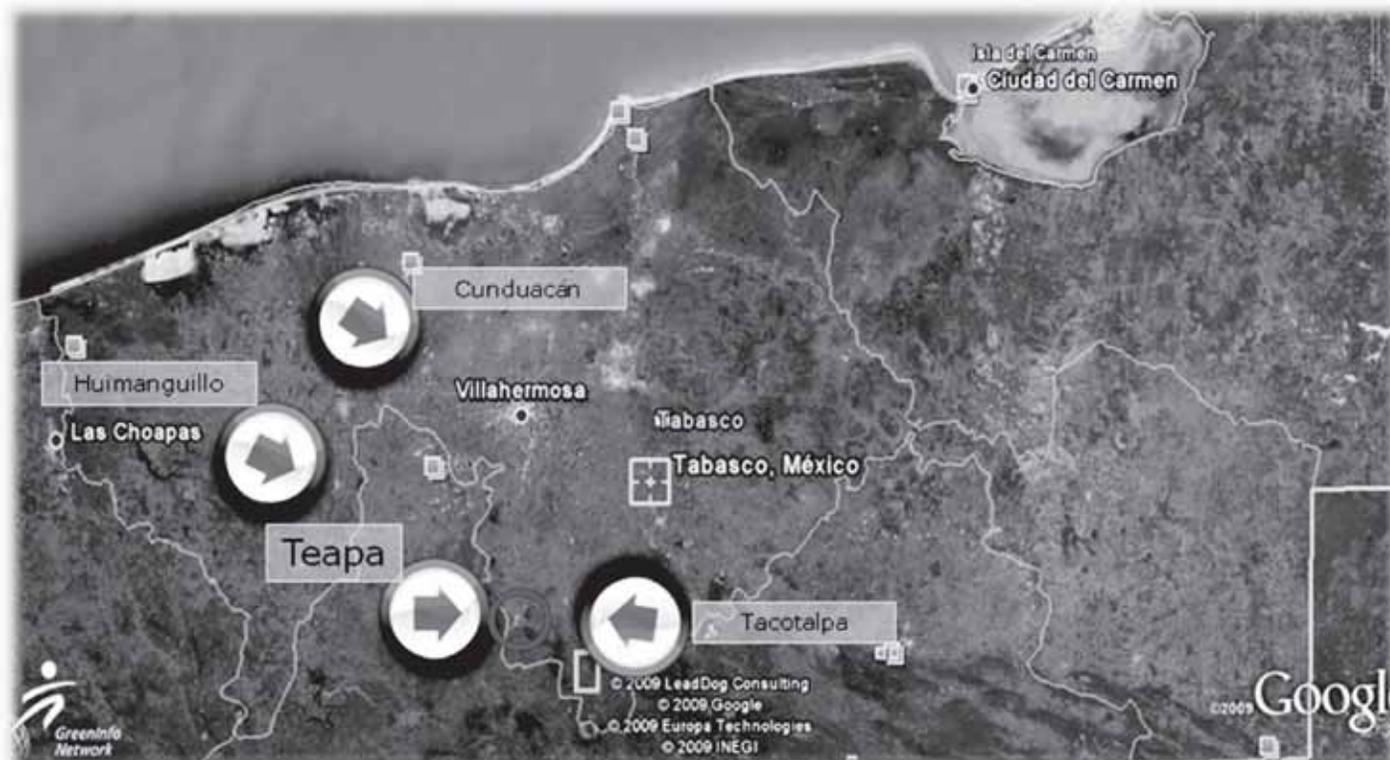
Antecedentes en el tratamiento de lixiviados.



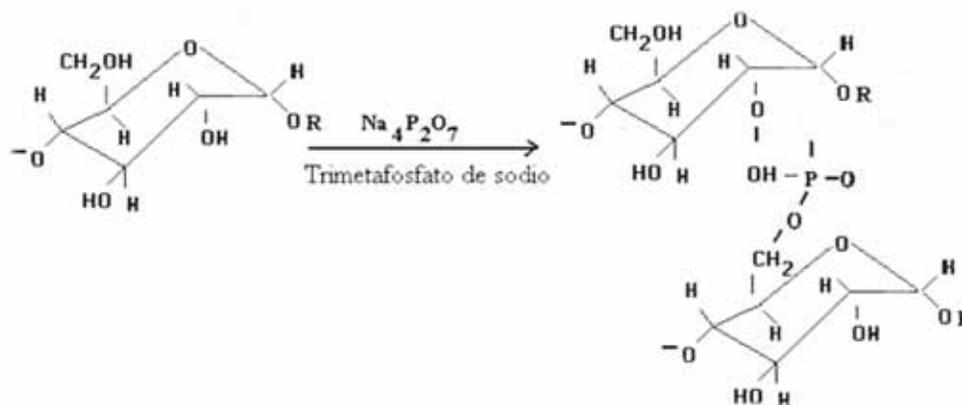
Estructura de (a) amilosa y (b) amilopectina (Horton *et al.*, 1995).

Componente	%
Humedad	4.89±0.529
Lípidos	2.31±0.273
Proteínas	1.69±0.120
Cenizas	0.45±0.070
Fibra	3.0±0.119
Almidón	92.52±0.69
Amilosa aparente	37.03±0.650
Amilosa total	39.16±0.441

Contenido de almidón del plátano en base seca (González *et al.*, 2002).



Áreas productoras de plátano en el estado de Tabasco (INIFAP, 2000).



Reacción de entrecruzamiento y formación del fosfato de dialmidón. (Aparicio, 2003)

Literatura citada

Aparicio, M. 2003. Caracterización fisicoquímica de los almidones nativos y modificados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), camote (*Ipomeea batata* (L) Lam) y plátano valery (*Musa cavendish*). Tesis. Universidad Veracruzana. México. pp. 118-119.

Bello, L. y Contreras, S. 2006. Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de Plátano *musa paradisíaca* L. (var. Macho). *Agrociencia*. [Online]. Marzo-Abril. Vol. 36, 002.

Bueno, J. Sastre, H. Lavin, A. Fernández, S. y Cuervo, M. 1995. Contaminación e ingeniería ambiental. Tomo IV. Degradación del suelo y tratamiento de residuos. FICYT. Madrid, España. pp. 422.

Calzetta, A. Tolaba, M. y Suarez, C. 2000. Some physical and thermal characteristics of amaranth starch. *Food Sci and Techn Intern.* 6: 371-378.

CER. 2000. Leachate Treatment: Principles and options. Curso superior sobre gestión y diseño de vertederos. Club Español de Residuos. Madrid, España. pp. 4.

Eggleston, G. Omoaka, P y Oihedioha, D. 1992. Development and evaluation of products from cassava flour as new alternatives to wheaten breads. *J Science Food Agriculture*; 59 (3): 377-385.

Ellis, R. y Cochrane, M. 1998. Starch production and industrial use, *J Sci Food Agric.*, 77, 289.

Fleche G. 1985. Chemical modification and degradation In: *Starch Conversion Technology*.

González, S. y Valdivia, C. 2001. Tratamiento de los lixiviados de un vertedero en un sistema de lodos activados. XXVII Cong. Interam. Eng. Sanit. Amb. pp. 1-11.

González, R. Mora, R. Hernández, H. y Bello, L. 2006. Obtención y Caracterización de Almidón Resistente de Plátano (*Musa paradisíaca* L).

Hamidi, A. Salina, A. Mohd, N. Faridah, A. y Mohd, S. 2007. Colour removal from landfill leachate by coagulation and flocculation processes. *Bioresour. Technol.* 98: 218-220.

Horton, R. Moran, L. Ochs, R. Rawn, D. y Scrimgeour, G. 1995. *Bioquímica*. Prentice – Hall Hispanoamérica, S.A.

INIFAP. 2000. Manejo tecnológico para el cultivo de plátano en Tabasco.

Laines, J. 2008. Utilización de un nuevo Poli-Electrolito orgánico en el pretratamiento del lixiviado de un relleno sanitario. Tesis Doctoral. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Letterman, R. y Villegas, R. 1976. Optimizing flocculator power input. Environmental engineering division journal. American society of civil engineering.

Light, J. 1990. Modified food starches: Why, what, where, and how. Cereal Foods World 35:1081, 1082, 1084, 1085, 1087, 1088, 1090 – 1092.

Longsdon, G. Hess, A. y Horsley, M. 2002 Guía para la selección de procesos de tratamientos de agua. 1ª ed. McGraw Hill. Madrid, España. pp. 131.

Matarán, A. Ramos, A. Moreno, B. y Zamorano M. 2003. Utilización de filtros inundados en el tratamiento de lixiviados procedentes de vertederos de residuos sólidos urbanos. Revista Residuos. 13: 92-99.

Norma Oficial Mexicana, NOM-083-SEMARNAT. 2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Ntampou, X. Zouboulis, A. y Samaras, P. 2006. Appropriate combination of physico-chemical methods (coagulation/flocculation and ozonation) for the efficient treatment of landfill leachates. Chemosphere 62: 722-730.

Olivares, S. (1994). Paquete de diseños experimentales. Version 2.5. Facultad de agronomía de la UANL.

Tchobanoglous, G. Theisen, H. y Vigil S. A. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Vol. I. Mc. Graw Hill.

Tester, R. y Karkalas, J. 1997. Swelling and gelatinization of oat starches. Cereal Chem. 73: 271-277.

Van Der Bij, J. 1976. The analysis of starch derivatives. In: Examination and Analysis of Starch. Radley.

Wang, H. Cao, G. y Prior, R. 1997. The oxygen radical absorbing capacity and anthocyanins. J. Agric. Food Chem. 45: 304-309.

Zhang, P. Whistler, R. BeMiller, J. y Hamaker, B.

2005. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility, review. Carbohydrate Polymers. 59:443-458.

1. <http://www.guerreroaldia.com/wp-content/uploads/2009/11/relleno-sanitario.jpg>

CONTENIDO

Las tortugas de agua dulce: Patrimonio zoológico y cultural de Tabasco GRACIELA BEAUREGARD SOLÍS, CLAUDIA ELENA ZENTENO RUIZ, RICARDO ARMIJO TORRES, ELVIS GUZMÁN JUÁREZ	5
Estructura y composición florística de vegetación inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco ISABEL VÁZQUEZ NEGRÍN, DIANA LÓPEZ PÉREZ, HUGO ENRIQUE MONTALVO URGEL, CASIANO ALBERTO MÉNDEZ SÁNCHEZ, OFELIA CASTILLO ACOSTA	21
Agroquímicos utilizados en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: una afectación indirecta para el Cocodrilo de Pantano (<i>Crocodylus moreletii</i>) AARÓN CÓRDOVA CARRILLO, EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ, FERNANDO RODRÍGUEZ QUEVEDO, NATALIA OVANDO HIDALGO, CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS	31
La biodiversidad de Tabasco SILVIA CAPPELLO GARCÍA, EDMUNDO ROSIQUE GIL, GUADALUPE RIVAS ACUÑA, ANGELES GUADARRAMA OLIVERA, OFELIA CASTILLO ACOSTA, STEFAN ARRIAGA WEISS, LOURDES TREJO, MANUEL PÉREZ DE LA CRUZ, SALOMÓN PÁRAMO DELGADILLO, JAQUELINA GAMBOA AGUILAR, LUIS JOSE RANGEL RUIZ, MARÍA DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ, MIRCEA GABRIEL HIDALGO MIHART.	43
Variación reproductiva en hembras silvestres de chucumite <i>Centropomus parallelus</i> mediante el empleo del diámetro de ovocitos MARÍA DE JESÚS CONTRERAS GARCÍA, WILFRIDO M. CONTRERAS SÁNCHEZ, ALEJANDRO MCDONAL-VERA, ULISES HERNÁNDEZ VIDAL, JUAN MANUEL VIDAL LÓPEZ, CARLOS A. ÁLVAREZ GONZÁLEZ, SALOMÓN PÁRAMO DELGADILLO	49
“Juchimán Verde y Oro”. Experiencia de un lustro en la construcción del plan ambiental de una universidad pública del trópico húmedo EDUARDO S. LÓPEZ HERNÁNDEZ, CARLOS DAVID LÓPEZ RICALDE, HEBERTO ROMEO PRIEGO ÁLVAREZ, JULIO CÉSAR ÁLVAREZ RIVERO	55
Las escifomedusas bola de cañon <i>Stomolophus meleagris</i> especie de gran interés en el mercado internacional ARTURO GARRIDO MORA, PAVEL ALEKSEI CASTILLO ENRIQUEZ, FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES	69
Estructura y función de los sistemas moleculares de determinación sexual en dípteros JULIA MARÍA LESHAR GORDILLO, RENÉ FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ, RAYMUNDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, ARMANDO ROMO LÓPEZ	75
De los “Matalis”, “Señoritas embarcadas” y otras Commelinas en Tabasco MARÍA DE LOS ÁNGELES GUADARRAMA OLIVERA	79
Almidón modificado de plátano: Posible uso en el tratamiento de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios JOSÉ ALIPIO ORTEGA DOMÍNGUEZ, JOSÉ RAMON LAINES CANEPA, MARÍA ADELFA APARICIO TRÁPALA	87
NOTA	
El Ave del Bicentenario: Símbolo nacional en peligro de extinción GRACIELA BEAUREGARD SOLÍS	97
Reseña histórica de la Revista de Divulgación (Kuxulkab’) a 15 años de haber iniciado CELIA LAGUNA LANDERO	103
Crónica de la expedición botánica al Cerro de las Flores en la comunidad Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco, México PEDRO DÍAZ JIMÉNEZ, TRINIDAD MAGAÑA RAMÍREZ, ANDRÉS MANUEL DE LA CRUZ LÓPEZ	111
Proyectos de investigación en desarrollo con financiamiento externo	119
Eventos Académicos 2010	127
Avisos	131
Instrucciones para publicar en Kuxulkab’	



ISSN - 1665 - 0514