

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Ma. Gama Campillo
Editor en jefe

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

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

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

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

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

Publicación citada en:

El índice bibliográfico PERIÓDICA, índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.

Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>

<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Teléfono Conmutador: 3581500 ext.6400 Teléfono Divisional: 3544308, 3379611. Dirección electrónica: <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab> Imprenta: M.A. Impresores, S.A. de C.V. Av. Hierro No. 1 Mza. 3 Ciudad Industrial C. P. 86010 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039 Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada

Diversas fotografías de hongos (crecimiento micelial, hongos microscópicos y agaricoides).

Diseño de:

Lilianna López Gama y María Cristina Sarao Manzanero.

Fotografías:

Karen Martínez Rivera, José Edmundo Rosique Gil, Reyna Luz Hernández Ramos, Santa Dolores Carreño Ruiz, Silvia Cappello García, Rigoberto Gaitán Hernández, Joaquín Cifuentes Blanco, Víctor Herman Gómez García, Silvia Cappello García y Luisa del Carmen Cámara Cabrales.

Estimados lectores:

La División Académica de Ciencias Biológicas se encuentra en un momento de cambio en relación a su revista de divulgación con una nueva imagen. Este reto representa una transformación en muchos sentidos para lograr una modernización en los procesos para su edición y publicación. Con un ambicioso plan de desarrollo que nos proyecte a la internacionalización, hoy nuestra universidad requiere de cambios radicales en muchas áreas y temas que nos permitan mantener los indicadores con productos de calidad en todos los temas como son las publicaciones periódicas de las diferentes áreas de difusión y divulgación. Por lo mismo nuestra revista está encaminada en buscar el mejoramiento de los procesos tanto editoriales como de impresión, para asumir los nuevos compromisos que la UJAT tiene. Nuestra División destacó este año con la organización de interesantes eventos, que muestran la consolidación que tienen ya varios de nuestros grupos de investigadores tanto local, como regional y nacional.

La propuesta que está preparando el comité para nuestra revista, tendrá nuevas secciones que consideramos enriquecerán las actividades de divulgación que se vienen realizando a través de la revista, con una serie de innovaciones que esperamos sean de interés para nuestro público lector, den una transformación a la vida de nuestra revista y nos permita mejorar la imagen que ha tenido los últimos años. El próximo año la universidad tiene una serie de importantes planes para revistas que se editan en ella y que esperamos proyecten con más fuerza esta labor de comunicar por diferentes medios los resultados de las actividades de investigación.

Este número cierra una época de nuestra revista de divulgación con una propuesta que se venía manejando los últimos años, en los números que semestralmente publicamos de forma impresa se consideraban artículos de divulgación que hacían referencia a investigaciones realizadas por grupos o estudiantes tanto de maestría como de licenciatura. También se publicaron notas en las que la comunidad informaba diversos temas que consideraban de interés. Este segundo número del 2013, consta de una recopilación de siete artículos que representan reportes de investigaciones de investigadores de nuestra Universidad cuatro de los cuales hacen referencia a un grupo taxonómico poco estudiado nivel nacional como son los hongos. Destaca en varios de los artículos que se publican la colaboración de estudiantes de maestría. Es importante señalar que los temas que contienen los artículos hacen referencia a temas variados asociados a la salud, la diversidad y la ganadería, lo que es una señal de la riqueza que aportan los autores que publican en nuestra revista. Además se incluyen cinco notas de temas que contaminación y residuos un tema importante que requiere de un manejo especial para evitar impactos al ambiente y que sin duda son de actualidad, además de ser una prioridad ambiental en el Estado.

Como siempre este medio es propicio para extender un agradecimiento a los colaboradores que dan tiempo para apoyar en la revisión editorial del material que se recibe para su publicación. Así mismo el señalar que nuestra revista es una opción para poder comunicar a nuestra comunidad universitaria los resultados de las actividades de investigación llevadas a cabo en los diferentes laboratorios tanto de la DACBiol como de otras Divisiones, al igual que a los investigadores de otras instituciones nos consideran una opción para comunicar sus resultados. Esperamos que nuestros estudiantes aprovechen este espacio para escribir acerca de las actividades e investigaciones que realizan en sus diferentes materias o temas de titulación, o para desarrollar los temas que consideren de importancia, reiteramos que este espacio siempre está abierto a todos los miembros de la comunidad universitaria.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Rosa Martha Padrón López
Directora



Aplicación de la poliacrilamida como una alternativa para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos

Eduardo Manuel Osorio Bautista & Randy Howard Adams Schroeder

*División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Kilómetro 0.5 de la carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039;
Villahermosa Tabasco, México
quimica_85@hotmail.com / drrandocan@hotmail.com*

Resumen

Hoy en día la contaminación del medio ambiente se considera un asunto de interés prioritario por parte de las autoridades ambientales, uno de los recursos naturales que ha sufrido mayor impacto debido a las actividades de extracción y procesamiento de hidrocarburos es el suelo. Cuando un suelo ha sido afectado se requiere una propuesta de remediación, una de las alternativas para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos es la estabilización química con cal o polímero, en este trabajo se expone la aplicación de trabajos de estabilización química efectuados en suelos contaminados por hidrocarburos. Actualmente en el Laboratorio de Remediación de Suelos de la DACBIOL se trabaja con la aplicación de la poliacrilamida (PAM) para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos, se ha observado que con la aplicación de este producto se logra reducir de manera significativa la concentración de HTP lixiviables.

Introducción

La contaminación del suelo y agua ha venido en aumento como resultado de la explotación, refinación, distribución y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados. Se conoce como petróleo crudo al petróleo sin refinar, y puede ser definido como un líquido heterogéneo que consiste en hidrocarburos compuestos casi en su totalidad de elementos de carbono e hidrógeno en una proporción de dos átomos de hidrógeno y uno de carbono. En términos ambientales la clasificación de los hidrocarburos puede estar dada por el conjunto de fracciones que la integran como es alifáticos, aromáticos, polares (resinas) y asfáltenos (Okoh, 2006).

Otra clasificación se basa en sus propiedades físicas como son los grados API o gravedad específica, clasificándose en superligeros, ligeros, medianos, pesados y extra pesados (IMP, 2010). De acuerdo a la clasificación anterior las fracciones de menor peso molecular son más tóxicas (Edwards *et al.*, 1997) en comparación de las fracciones de mayor peso molecular (petróleo crudo pesado), algunos hidrocarburos de fracción ligera son el petróleo crudo súper ligero, gasolinas y diésel.

Los hidrocarburos de la fracción ligera comprenden generalmente estructuras de C_5 a C_{10} , son muy tóxicos y no perduran en un ambiente tropical debido a que son muy volátiles y tienden a ser biodegradables. En el medio tropical los hidrocarburos que podrían perdurar después de un derrame o descarga son los fracción media (C_{11} - C_{28}) y de fracción pesada C_{28+} (Adams *et al.*, 2008).

Uno de los recursos naturales que mayor impacto ha sufrido debido a las actividades de extracción y procesamiento de hidrocarburos es el suelo, una vez que el suelo ha sido alterado en sus propiedades físicas y químicas se hace necesario su remediación que permita eliminar, retener o destruir los contaminantes presentes en el sitio contaminado (Volke & Velasco, 2002). Existen un conjunto de técnicas para el tratamiento de suelos pero algunas de estas presentan limitaciones en su aplicación como es el caso de las tecnologías de remediación biológicas. Las tecnologías de estabilización son técnicas de alteración química que reducen la movilidad y solubilidad de los contaminantes presentes en los residuos o el suelo (Yang & Min, 2008). Estas se caracterizan por encapsular y concentrar los contaminantes en una matriz sólida, reduciendo la solubilidad, disponibilidad y su posible transporte al manto freático.

Para llevar a cabo la estabilización se hace uso de productos químicos orgánicos e inorgánicos que actúen como aglomerantes, tal es el caso del cemento Portland, cal hidratada, resinas o polímeros orgánicos.

Dentro de los polímeros con potencial para ser usados como estabilizador y remediador de suelos contaminados con hidrocarburos se encuentra la poliacrilamida (PAM) que tiene como principales características su gran versatilidad, fácil manejo y eficacia. La ventaja de utilizar estos floculantes es que son efectivos, de costo moderado y son relativamente fáciles de usar (Kay *et al.*, 1998; Ver Vers, 1999), además son considerados de baja toxicidad para seres humanos y animales (Krauth *et al.*, 2008; Lewandowski & Komar, 2009; Acharya *et al.*, 2010)

Desarrollo

De acuerdo a Lombi *et al.* (1998) y Barrios (2011) una de las principales desventajas que presentan la aplicación de las tecnologías biológicas (bioremediación, biolabranza, biopilas etc.) en comparación de las otras tecnologías de remediación (físicoquímicas y térmicas) es la alta concentración del contaminante y el largo tiempo que conlleva la descontaminación del sitio, lo cual hace que se prefieran las tecnologías físicoquímicas.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2004), las técnicas de estabilización fueron seleccionadas en un 24% para el tratamiento de los sitios del programa de superfondos en Estados Unidos. Estas técnicas son elegidas tomando en consideración algunos factores de interés tales como: el costo y tiempo de ejecución, permitiendo su potencial uso para la construcción de terraplenes y base de caminos.

Uno de los principales trabajos desarrollados en el sureste mexicano empleando tecnologías de contención de contaminantes se menciona a continuación:

Álvarez-Coronel (2010) desarrolló la estabilización de los residuos provenientes de la Presa Agua de Mina Texistepec (UMT). El objetivo del estudio fue el tratamiento de los residuos de la UMT mediante un proceso de estabilización (atrapamiento de los contaminantes en una matriz

sólida por la disminución de la conductividad hidráulica) y su solidificación (incorporación de agregados que permiten lograr la compactación del material tratado para su reuso en la construcción de caminos). Es importante mencionar que el autor probó diversas concentraciones de cal u óxido de calcio (CaO), con diferentes dosis de tierra diatomea (material rico en silicatos) lo cual provoca la reacción puzolánica que es semejante a la reacción que se genera cuando se agrega agua al cemento Portland. Al final el autor menciona que a bajas concentraciones de CaO y de tierra diatomea se logra reducir los lixiviados a los límites establecidos en SEMARNAT (2003), para hidrocarburos de fracción pesada, así mismo se cumple con la resistencia a la compresión necesaria para usar estos residuos como base de caminos.

Es importante mencionar que las tecnologías de estabilización deben cumplir con algunos criterios que las hagan ambientalmente seguras, como son:

- No presentar hidrocarburos lixiviables que pudieran exceder los límites máximos permisibles de HTP en el subsuelo, de acuerdo a SEMARNAT (2003).
- La comprobación de la no toxicidad de los lixiviados generados de los residuos tratados mediante alguna prueba toxicológica a diversos organismos tales como bacterias o lombrices.
- Que sean estables durante un periodo de tiempo considerado.

Una posible alternativa para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos la constituye la poliacrilamida (PAM). La PAM es un polímero orgánico de alto peso molecular formado por la polimerización del monómero de la acrilamida. Su composición química y su grado de ionización pueden variar dependiendo de las sustituciones del grupo amida (CONH_2) con otros grupos funcionales (Acharya *et al.*, 2010).

En la década de los 90's, la PAM fue introducida al mercado de los Estados Unidos (USA) para su aplicación en el control de la erosión del suelo, y en 1999 aproximadamente 400,000 ha de regadío fueron tratadas con PAM (Krauth *et al.*, 2008). Debido a su baja toxicidad la PAM ha sido usada como estabilizador de suelos y reductor de la erosión del suelo haciendo que este polímero sea

versátil y efectivo (Wallace y Wallace, 1989; Steven & Scott, 2001; WisDOT, 2001).

Adams (2011) estudio el potencial uso de la poliacrilamida (PAM) en el tratamiento de recortes de perforación y suelos contaminados con hidrocarburos. En su trabajo experimental llevó a cabo la contaminación artificial de un suelo de origen aluvial con diesel y aceite lubricante en una relación (1:2), tratando el suelo con un producto comercial de poliacrilamida (PAM). En estos experimentos se observó una reducción de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en un 76% en el suelo tratado, manteniéndose estable esta reducción durante el periodo de estudio de 38 días. Similares resultados fueron obtenidos en el tratamiento de recortes de perforación a base de diesel donde la reducción obtenida con el tratamiento de PAM fue de 60%.

De este trabajo de investigación surgen varias preguntas que son importantes y relevantes cuestionar cuando se pretende desarrollar una tecnología para el tratamiento de suelos: ¿se tendrá reducción de HTP en un suelo arcilloso contaminado con petróleo crudo ligero o mediano?, ¿será efectivo el tratamiento si se consideran factores ambientales como la humedad?, sus resultados se reportarán como HTP medidos directamente en el suelo y no como HTP extraíbles en el lixiviado, ¿cuál será el comportamiento de los lixiviados en suelo arcilloso?, ya que estas tecnologías están enfocadas a evitar la dispersión de los contaminantes (lixiviados) en vez de reducir la concentración de los hidrocarburos directamente del suelo.

Son muchos los cuestionamientos que surgen del trabajo anterior y para tratar de dar algunas respuestas a las cuestiones anteriores se está trabajando en el Laboratorio de Remediación de suelos de la DACBIOL en la aplicación de la PAM para el tratamiento de un suelo arcilloso contaminado con petróleo crudo ligero y mediano. De acuerdo a experimentos preliminares mostrados en la gráfica 1, para suelo arcilloso tratado con PAM se ha observado que con una aplicación de 0.60% PAM se logró reducir la concentración de lixiviados de 3.33 mg/L a 1.88 mg/L teniendo un porcentaje de reducción de 43.54% para una muestra contaminada con petróleo crudo mediano al 10%, lo cual nos permite pensar en su efectividad para

retener los contaminantes y en una alternativa más para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos.

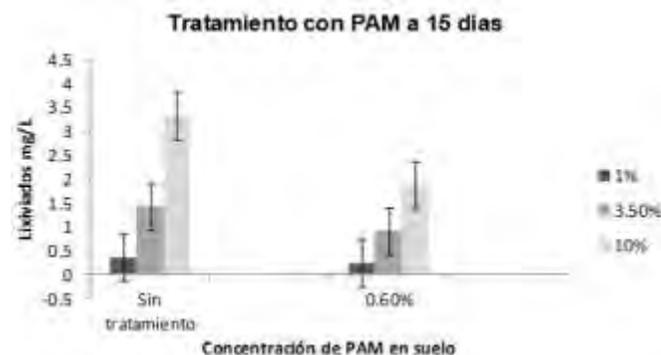


Figura 1. Sistemas que originan y expresan los valores sociales del medio ambiente

Conclusión

Sea el tipo de material del que se disponga orgánico (poliacrilamida) e inorgánico (cal, cemento Portland), las técnicas de estabilización resultan atractivas debido a que permiten aislar los contaminantes en un periodo de tiempo corto evitando su posible dispersión al medio ambiente, reduciendo los riesgos asociados a la salud, con el empleo de la estabilización se contribuye al tratamiento de residuos y a su aplicación como base de caminos y terraplenes.

De acuerdo a la literatura consultada y a algunas ensayos preliminares realizados en el laboratorio de remediación se puede proponer el uso de poliacrilamida como una alternativa para el tratamiento de suelos debido principalmente a la baja toxicidad mostrada en pruebas preliminares con petróleo crudo ligero y mediano, y a la reducción de HTP lixiviables mostrada en el tratamiento de este suelo.

Literatura citada

Acharya, K.; Schulman, C. & Young, M.H. 2010. Physiological response of "Daphnia magna" to linear anionic polyacrilamide: Ecological implications for receiving waters. Water, Air, & Soil Pollution, 212(4): 309-317

Adams, R. 2011. Potential use of polyacrylamide encapsulation for treatment of petroleum drilling cuttings and hydrocarbon contaminated soil. *Environment Asia*, 4(2): 33-37

Adams, R.; Zavala, C. & Morales, G. 2008. Concentración residual de hidrocarburos en suelo del trópico, II: Afectación a la fertilidad y su recuperación. *Interciencia*, 33(7): 483-489

Álvarez-Coronel, G. 2010. *Estabilización-solidificación para tratar suelos contaminados con desechos aceitosos de la presa Agua de Mina Texistepec* (p. 67). Villahermosa Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACBiol-UJAT).

Barrios, M. 2011. Biorremediación una herramienta para ecosistemas marinos contaminados con petróleo. *Biología Aplicada*, (28): 60-68

EPA (Environmental Protection Agency). 2004. *Treatment technologies for site cleanup: annual status report* (11th ed., p. 290): USA: Author.

Edwards, A.; Andriot, D.; Amoroso, A.; Tummey, C.; Bevan, J.; Tveit, A.; Hayes, L.; Youngren, H. & Nakles, V. 1997. *Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)*, (p. 125). Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series Vol. 4. Association of Environmental Health and Sciences. Amherst, MA, USA. Accessed from: <[http://webcache.googleusercontent.com/search?hl=es-419&q=cache:Am_u1IGG3HkJ:http://130.203.133.150/viewdoc/download;jsessionid%3D865A90F3EB129F1FD97EE93D64C915?doi%3D10.1.1.197.7992%26rep%3Drep1%26type%3Dpdf%2BDevelopment+of+Fraction+Specific+Reference+Doses+\(RfCs\)+and+Reference+Concentrations+\(RfCs\)+for+Total+Petroleum+Hydrocarbons+\(TPH\).&gbv=2&as_q&spell=1&&ct=clnk](http://webcache.googleusercontent.com/search?hl=es-419&q=cache:Am_u1IGG3HkJ:http://130.203.133.150/viewdoc/download;jsessionid%3D865A90F3EB129F1FD97EE93D64C915?doi%3D10.1.1.197.7992%26rep%3Drep1%26type%3Dpdf%2BDevelopment+of+Fraction+Specific+Reference+Doses+(RfCs)+and+Reference+Concentrations+(RfCs)+for+Total+Petroleum+Hydrocarbons+(TPH).&gbv=2&as_q&spell=1&&ct=clnk)>.

IMP (Instituto Mexicano del Petróleo). 2010. *Clasificación de petróleos crudos*. Página electrónica del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Recuperado el 21 de febrero del 2013, <<http://www.imp.mx/petroleo/?imp=tipos>>

Kay, L.; Watwooda, E.; Lentz, D. & Sojka, E. 1998. Polyacrylamide as an organic nitrogen source for soil microorganisms with potential effects on inorganic soil nitrogen in agricultural soil. *Soil Biology and Biochemistry*, (30): 1045-1052

Krauth, D.M.; Bouldin, J.L.; Green, V.S.; Wren, P.S. & Baker, W.H. 2008. Evaluation of a polyacrylamide soil additive to reduce agricultural-associated contamination. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 81(2): 116-123

Lewandowski, K.A. & Komar Kawatra, S. 2009. Polyacrylamide as an agglomeration additive for copper heap leaching. *International Journal of Mineral Processing*, 91(3-4): 88-93

Lombi, E.; Wenzel, W.W. & Adriano, D.C. 1998. Soil contamination, risk reduction and remediation. *Land Contamination & Reclamation*, 6(4): 183-197

Okoh, I. 2006. Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon pollutants. *Biotechnology and Molecular Biology*, 1(2): 38-50

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2003. NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. (p. 21). Consultado en: <<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO566.pdf>>

Steven, V. & Scott, D. 2001. Polyacrylamide: A review of the use, effectiveness and cost of a soil erosion control amendment. *National Soil Erosion Research Laboratory*, 384-389

Ver Vers, L.M. 1999. Determination of acrylamide monomer in polyacrylamide degradation studies by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography Science*, 37: 486-494

Volke Sepúlveda, T. & Velasco Trejo, J.A. 2002. *Tecnologías de remediación para suelos contaminados* (p. 62). México: Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

<<http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/372.pdf>>

Wallace, A. & Wallace, A. 1989. Method of agricultural soil improvement. US Patent No. 4797145. United States Patent and Trademark Office, Washington, D.C, p: 1-6

WisDOT (Wisconsin Department of Transportation). 2001. *Polyacrylamide as a soil stabilizer for erosion control.* (report #06-98, p. 23). Madison Wisconsin, USA: Author.

Yang, Y. & Min, G. 2008. Solidifications/stabilisation of soil contaminated with metal: a review. *Journal the Institution of Engineers*, 69(3): 37-43

CONTENIDO

Estudio de tendencia de PM10 y su impacto a la salud en tres zonas metropolitanas de México durante 2005-2009	5
ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS, JESÚS MANUEL CARRERA VELUETA & SERGIO RAMOS HERRERA	
Crecimiento de corderos en pastoreo, limitantes y retos	13
JORGE OLIVA HERNÁNDEZ, MANUEL BARRÓN ARREDONDO, LORENZO GRANADOS ZURITA & JORGE QUIROZ VALIENTE	
Inventario aeropolínico en una zona suburbana del municipio del Centro, Tabasco	19
MARCELA ALEJANDRA CID MARTÍNEZ, REYNA LOURDES FÓCIL MONTEERRUBIO & JOSÉ EDMUNDO ROSIQUE GIL	
Hongos del aire de una zona suburbana de la ciudad de Villahermosa, Tabasco	23
JOSÉ EDMUNDO ROSIQUE GIL, REYNA LOURDES FÓCIL MONTEERRUBIO & ALEJANDRA CID MARTÍNEZ	
Hongos microscópicos saprobios del suelo y la hojarasca del Jardín Botánico “José Narciso Roviroso” de la DACBiol, UJAT	29
KAREN MARTÍNEZ RIVERA, JOSÉ EDMUNDO ROSIQUE GIL & REYNA LUZ HERNÁNDEZ RAMOS	
Caracterización del crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Pleurotus albidus</i> Pegler 1983 y <i>Pleurotus djamor</i> Boedijn 1959, en Tabasco, México	37
SANTA DOLORES CARREÑO RUIZ, SILVIA CAPPELLO GARCÍA, RIGOBERTO GAITÁN HERNÁNDEZ, JOAQUÍN CIFUENTES BLANCO & JOSÉ EDMUNDO ROSIQUE GIL	
Hongos agaricoides asociados a la selva mediana perennifolia de canacoíte (<i>Bravaisia integerrima</i>), Tabasco, México	47
VICTOR HERMAN GÓMEZ GARCÍA, SILVIA CAPPELLO GARCÍA, JOAQUÍN CIFUENTES BLANCO & LUISA DEL CARMEN CÁMARA CABRALES	
Requerimientos generales para el monitoreo de corrosividad atmosférica interior y exterior	57
NANCY ELENA HERNÁNDEZ MORALES & EBELIA DEL ÁNGEL MERAZ	
Efecto de la contaminación por metales pesados en los ecosistemas costeros del sureste de México	65
FRANCISCO ENRIQUE CRUZ CASANOVA	
Aplicación de la poliacrilamida como una alternativa para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos	69
EDUARDO MANUEL OSORIO BAUTISTA & RANDY HOWARD ADAMS SCHROEDER	
Diagnóstico de la generación de residuos peligrosos en laboratorios de ciencias básicas de la UJAT	75
PAOLINA BARRADAS CAMPECHANO & CARLOS MARIO MORALES-BAUTISTA	
Diagnóstico de la generación de residuos sólidos urbanos en el fraccionamiento Bosques de Saloya de Nacajuca, Tabasco	83
PAOLINA BARRADAS CAMPECHANO & CARLOS MARIO MORALES-BAUTISTA	

