



KUKULKAB'

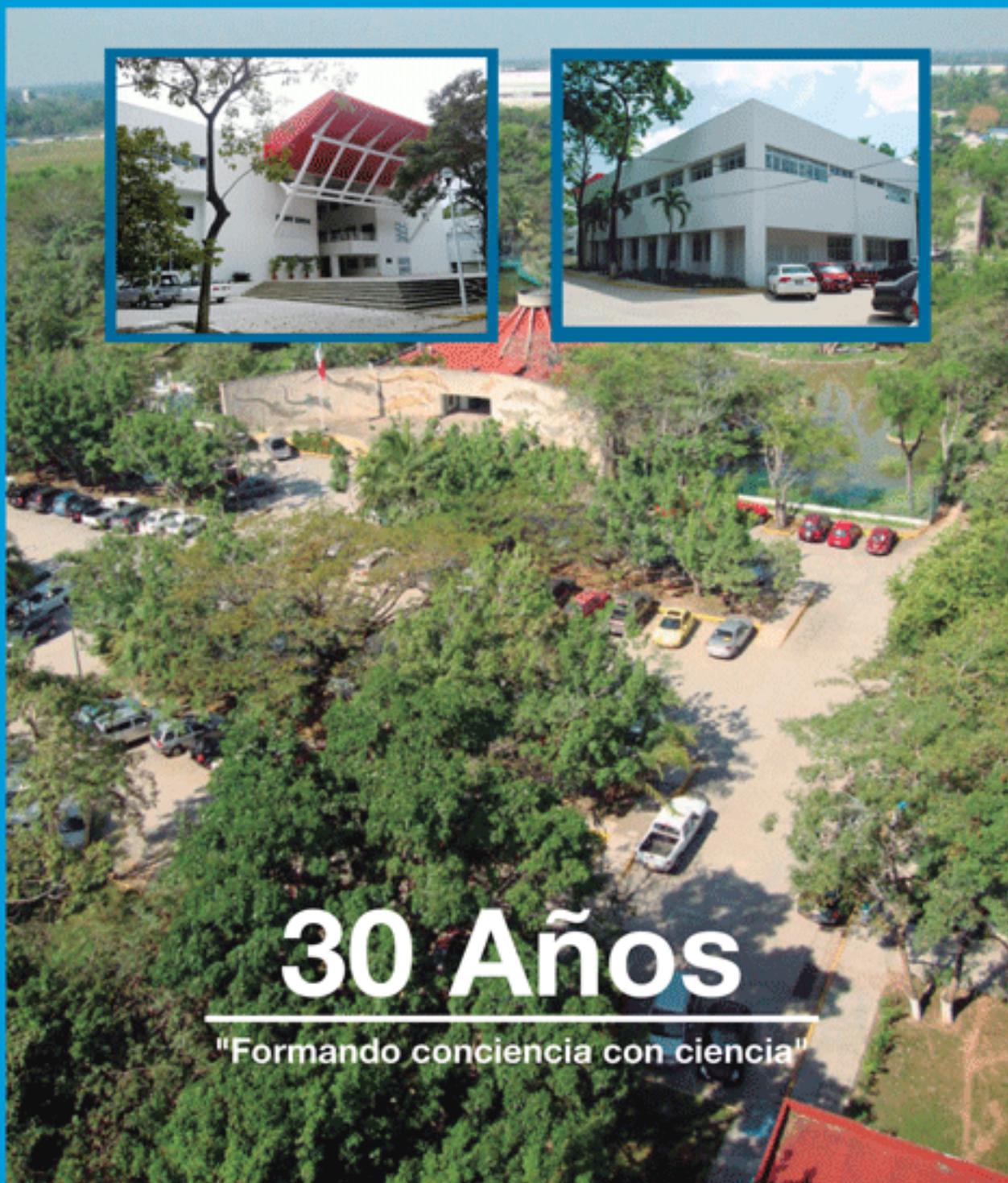
REVISTA DE
DIVULGACIÓN

ISSN 1665-0514

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVIII • Número 35 • Julio - Diciembre 2012 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



30 Años

"Formando conciencia con ciencia"

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

Edificios emblemáticos de la DACBiol-UJAT; el Centro de Investigación para la Conservación de Especies Amenazadas (CICEA), el Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART) y el Herbario UJAT.

Diseño de:

Lilianna López Gama

Fotografías:

Lilia María Gama Campillo, Rafael Sánchez Gutiérrez y Juan Pablo Quiñonez Rodríguez.

Personal docente de la DACBiol - UJAT.

Estimados lectores:

Este año se llevó a cabo un importante número de eventos para festejar el 30 aniversario de la enseñanza de las ciencias ambientales en la UJAT, tuvimos la oportunidad de conocer a investigadores que enriquecieron con sus participaciones los conocimientos de todos los que formamos la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas.

La Universidad se encuentra en un proceso, que sin duda alguna, fortalecerá todos los medios de comunicación que forman parte de la misma, como lo es nuestra revista. El Área Editorial se encuentra ya funcionando como fortaleza no solo de Kuxulkab' sino de otros aspectos de divulgación y editoriales de la DACBIol. El programa de reorganización del sistema de manejo de Kuxulkab', permite hoy en día, brindar una respuesta mucho más rápida a todos aquellos artículos sometidos para publicar; igualmente nos encontramos participando en la implementación de un nuevo sistema propuesto por el Departamento de Publicaciones Periódicas de la Universidad, para la administración de manuscritos que permita agilizar el vínculo con la impresión como parte de la estrategia del plan de mejoras de dichas revistas.

Este número cuenta con un conjunto de cinco artículos y seis notas de temas de actualidad relacionados a las áreas de investigación que se llevan a cabo en la DACBIol y desarrollados por investigadores, estudiantes y colegas en la región. Como siempre agradecemos a todos los autores que nos enriquecen con sus contribuciones, así como a los revisores que amablemente se han tomado el tiempo de colaborar con nosotros y que cada día forman un grupo más nutrido, lo que nos fortalece en la revisión de una mayor diversidad de temas. Los invitamos a seguir considerando y usar esta opción de publicación como una ventana para compartir sus investigaciones, así como el desarrollo de temas de interés, tanto para nuestros colegas, alumnos y compañeros de la DACBIol y de la región.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Rosa Martha Padrón López
Directora

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Sorción de hidrocarburos en raíces de plantas fitorremediadoras

Martha Gabriela Zurita Cruz & Erika Escalante Espinosa

División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Km 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas; Entronque a Bosque de Saloya. C.P. 86039
Villahermosa, Tabasco, México
erika.escalante@ujat.mx

Introducción

Durante los últimos años, las investigaciones en el área de remediación de suelos se han enfocado en la búsqueda de soluciones más cercanas a los procesos naturales, para emplearlas en la recuperación de ecosistemas dañados por la actividad industrial (minería, química, energía, plaguicidas). En nuestro país, las fuentes generadoras de contaminación en suelos representan un gran impacto en materia ambiental (Gordillo *et al.*, 2010); siendo la industria petrolera en su conjunto la que ha ocasionado una numerosa cantidad de sitios contaminados con hidrocarburos. Recientemente se han logrado avances importantes en la experimentación con plantas, Zurita (2012) evaluó la sorción de hidrocarburos: alifático (hexadecano) y aromáticos (fenantreno y pireno) en las raíces de *Cyperus laxus*, hasta una concentración máxima de 100,000 mg kg⁻¹, utilizando agrolita como suelo modelo, durante siete días de cultivo. Al final del cultivo, la sorción en las raíces de los hidrocarburos evaluados incrementó al aumentar la concentración inicial en el suelo modelo, representando la sorción en las raíces un 0.11% de la remoción, así también, *C. laxus* fue capaz de remover los contaminantes del medio a valores mayores al 90% en todas las pruebas, ya que se ha demostrado que ciertas especies son capaces de resistir elevadas concentraciones de contaminantes orgánicos, sin mostrar efectos nocivos (Smith *et al.*, 2005). Estas especies sólo abarcan un limitado grupo en función de las características de la planta como: disponibilidad de las semillas, crecimiento, fisiología, facilidad de desarrollo en áreas afectadas.

Las plantas terrestres son las más utilizadas (Calvelo, 2008) en donde se aplican técnicas de la fitorremediación, que consiste en remover contaminantes de las plantas y/o de su rizósfera asociada, es considerada como una alternativa atractiva para tratar áreas extensas contaminadas por compuestos orgánicos. El objetivo principal de los diferentes mecanismos de fitorremediación (fitoextracción, rizodegradación, fitodegradación, fitoestabilización) es la eliminación o reducción de los contaminantes. La primera etapa para que se lleven a cabo algunos de estos mecanismos es la sorción (adsorción y absorción) de estos en las raíces. La sorción de hidrocarburos en las raíces de las plantas es importante debido a que los contaminantes pueden acumularse en el tejido de la planta o metabolizarse, no afectando otros niveles de la cadena trófica. En este trabajo se revisan los factores involucrados en la sorción de hidrocarburos en el suelo y raíces de las plantas, así como su contribución en la remoción de contaminantes orgánicos.

Sorción de compuestos orgánicos en suelos

Uno de los principales fenómenos al que son sometidos los compuestos orgánicos en el suelo es la sorción, influyendo en gran parte en su movilidad y biodisponibilidad, que depende de las características fisicoquímicas de las moléculas y de las propiedades del suelo (naturaleza química, origen y grado de humificación). El contacto que se produce entre la fase sólida y la acuosa genera interacciones entre los componentes químicos disueltos y el sólido; lo que provoca fenómenos de sorción, en el suelo. Particularmente en suelos porosos hay una gran superficie de contacto entre la fase sólida y la acuosa. Los mecanismos de sorción

incluyen la adsorción, que es la atracción de un compuesto hacia una superficie sólida y la absorción es la penetración de un compuesto en un sólido (Doménech *et al.*, 2006).

La adsorción es un proceso mediante el cual se extrae materia de una fase y se concentra sobre la superficie de otra fase (generalmente sólida), por ello se considera como un fenómeno subsuperficial, que afecta la volatilización y difusión del contaminante (y por consiguiente su transporte y destino), así como su disponibilidad para microorganismos (Volke *et al.*, 2002). Por el contrario, la absorción es un proceso en el cual las moléculas o átomos de una fase interpenetran casi uniformemente en otra fase constituyendo una "solución". Cuando ocurren simultáneamente los dos procesos (adsorción y absorción) es posible utilizar el término sorción. Para evaluar los fenómenos de sorción se considera la existencia de equilibrio entre fases y se determina la proporción de compuestos químicos (sorbato) asociada a la fase sólida (sorbente), resultado del contacto de dicha fase con una disolución acuosa de este compuesto a cierta temperatura. La relación entre la concentración de los compuestos químicos en la fase sólida y la fase acuosa, a determinadas temperaturas se denomina "isoterma de sorción". Las isotermas más conocidas son las de Langmuir, Freundlich y Brunauer-Emmett-Teller (BET). La sorción de los hidrocarburos en suelos y sedimentos, generalmente está controlada por la naturaleza y el contenido de materia orgánica presente (Luthy *et al.*, 1997). La materia orgánica, en particular las macromoléculas húmicas; contienen partes polares (agrupaciones carboxílicas, fenólicas, aminadas), y partes hidrófobas (cadenas alifáticas), que constituyen sitios potenciales para la sorción (Madrigal-Monárrez *et al.*, 2008).

Las arcillas también pueden actuar como sorbentes; predominan en la mayoría de los suelos y son importantes para retener agua y en el intercambio catiónico de nutrientes que son aprovechados por las plantas. Las arcillas están compuestas de silicatos y estructuralmente se encuentran en forma de hojas o láminas (Manaham, 2007). Gracias a su pequeño tamaño y morfología laminar presentan elevadas áreas superficiales y cargas, sin compensar atrayendo a iones y moléculas de agua. Todas estas propiedades explican su alta reactividad superficial, responsable

de los fenómenos de sorción, intercambio iónico e hidratación. Las arcillas presentan tanto absorción como adsorción, donde la absorción depende del líquido empleado, mientras que la adsorción está más influenciada por el tamaño, forma y polaridad de las moléculas del líquido involucrado. La dificultad en emplear el término correcto, deriva de que varios mecanismos de sorción tanto físicos como químicos, pueden tener lugar en las superficies naturales, según como sea la atracción entre el soluto y el sorbente (Carretero *et al.*, 2007). Uno de los mecanismos de sorción físicos se produce como resultado de la acción de las fuerzas de van der Waals (Lodish *et al.*, 2005).

Las propiedades de los contaminantes tienen un gran impacto en la sorción, algunas son: a) solubilidad en agua, b) característica polar/iónica, c) coeficiente de partición octanol/agua: muchos de los contaminantes en el suelo presentan valores bajos de KO/W (<10), se consideran relativamente hidrofílicos, mientras que los que tienen un KO/W alto (>10⁴) son considerados hidrofóbicos y tienden a acumularse en superficies orgánicas como suelos con alto contenido de materia orgánica y especies acuáticas, d) características ácido/base y e) capacidad de óxido-reducción (Piwoni *et al.*, 1990; Volke *et al.*, 2002).

Sorción de contaminantes en las raíces de las plantas

Las plantas aprovechan todos sus órganos constitutivos para activar mecanismos especiales y transmitir información a su entorno, son específicos para cada órgano. Los mecanismos que pueden ser activados en los órganos reproductivos, como la emisión de compuestos volátiles y pueden ser muy diferentes a aquellos activados en la raíz; órgano de la planta encargado de la absorción de los requerimientos nutricionales esenciales para el crecimiento, y se encuentra en contacto directo con el suelo, soporte de la población biótica y algunos factores abióticos del ambiente donde la planta se desarrolla (Oliveros *et al.*, 2009). La actividad fisiológica de las plantas (absorción de agua y compuestos químicos, metabolismo, liberación natural de exudados, impacto físico y bioquímico en el entorno), es un paso clave en la fitorremediación. Las raíces son más efectivas en el proceso de extracción del agua del suelo, y posterior hacia su transporte a las partes aéreas. Las plantas modifican el entorno físico en el que viven,

mejorando la estabilidad del suelo y contrarrestando la erosión hídrica (Lal, 2002). Los agregados del suelo se rompen a medida que las raíces crecen y empujan el material que los rodea, mezclándolos y facilitando la aireación. Las raíces en descomposición pueden crear macroporos en los suelos que facilitan el transporte de agua, gases y contaminantes a través del suelo. Asimismo, los exudados de las plantas actúan sobre las condiciones fisicoquímicas de los suelos del entorno radicular, modificando pH, biodisponibilidad y absorción de metales y compuestos orgánicos. Schnoor y colaboradores (1995), reconocieron inicialmente los mecanismos por los cuales las plantas pueden llevar a cabo la remediación de los suelos como por ejemplo: la sorción, liberación de exudados radicales y enzimas e incremento de la mineralización en la rizósfera.

Cuando los contaminantes se dispersan en suelos o aguas subterráneas y entran en contacto con las raíces se pueden sorber o atrapar en las paredes de la estructura y en la célula de la raíz. La hemicelulosa en la pared celular y la capa lipídica de las membranas de la planta pueden contribuir a retener los compuestos orgánicos hidrofóbicos con eficacia. La tendencia de compuestos hidrofóbicos a la partición en fases orgánicas no es el único mecanismo vinculado a la presencia de compuestos orgánicos en las raíces. La absorción específica en sitios químicos y la transformación enzimática por proteínas unidas a la membrana son otros de los mecanismos de importancia potencial (Dietz, 2001). La sorción también está influenciada por la etapa del crecimiento de la planta ya que las características químicas y físicas de la raíz cambian perceptiblemente sobre la vida de la planta, como es el caso de las raíces más viejas, estas que tienden a ser más gruesas y tienen menos área superficial específica, y por lo tanto, disminuir algunas de sus capacidades para la exudación, el consumo de agua y la asimilación de solutos (Escalante, 2005).

Para evaluar el potencial de sorción de un compuesto en las raíces se ha establecido el factor de concentración en la raíz (FCR) definido como: el cociente de la concentración del compuesto orgánico sorbido en la raíz (mg kg^{-1} del tejido de la raíz) y la solución hidropónica (mg l^{-1}). La hidrofobicidad está relacionada con el coeficiente de partición octanol-agua (pK_{ow}) de los compuestos orgánicos, y el log FCR está correlacionado con el pK_{ow} . Cuanto mayor es la hidrofobicidad del

compuesto (medido por pK_{ow}), la tendencia es que la concentración sea mayor fuera de la fase acuosa, esto es, en el tejido de la raíz.

Estudios de sorción de hidrocarburos en raíces de plantas

Son pocos los trabajos realizados sobre sorción de hidrocarburos en las raíces en los cuales se indican claramente el destino de estos contaminantes a través de las plantas. En algunos estudios, se ha reportado que la sorción de compuestos orgánicos lipofílicos está relacionada con el contenido de lípidos. Tam y colaboradores (1996) sugieren que la partición de un compuesto hidrofóbico entre una solución acuosa y los tejidos de la planta depende del kow y del contenido de lípidos. En sus experimentos prueban diferentes tipos de clorobenzenos con valores de pK_{ow} desde 3.4 hasta 5.5 (1,2-diclorobenceno y hexaclorobenceno, respectivamente) y en todos los tejidos de la planta (raíces, hojas, tallos y peciolo) encontrando mayor sorción del compuesto lipofílico en las hojas. Schawb y colaboradores (1998) demostraron que la sorción del naftaleno (a partir de una solución) en las raíces de *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* L sigue el modelo de la isoterma de Freundlich, siendo mayor la afinidad en las raíces de *Medicago sativa* L asociada al contenido de lípidos en la raíz.

Estudios realizados por Gao & Zhu (2004) determinaron la asimilación, acumulación y translocación de fenantreno y pireno en semillas de amaranto, col de china, rábano, espinaca del agua dulce, soya verde, haba, lechuga, brócoli, pimiento, berenjena y centeno. Los resultados indicaron que la acumulación de fenantreno y pireno en el tallo y la raíz aumentó con el incremento de las concentraciones en el suelo. Los resultados del Factor de Concentración en la Raíz mostraron una correlación positiva con el contenido en los lípidos de la raíz, lo que indica que el contenido de lípidos en la raíz podría usarse para predecir la acumulación de estos compuestos. Escalante y colaboradores (2005); evaluaron la fitorremediación de hidrocarburos totales de petróleo en un sistema modelo, utilizando agrolita como soporte durante 180 días de cultivo. En el estudio se consideró la adición de un inóculo, aislado de la rizósfera de *C. laxus*, para evaluar los efectos ocasionados en la remoción de hidrocarburos. Para las plantas inoculadas se obtuvo una remoción del 90% y para las no inoculadas el 85% durante los 180 días de

cultivo. En cuanto a la sorción de hidrocarburos en las raíces, se obtuvieron valores de 24 a 33 mg de HTP g⁻¹ de raíz seca, independientemente del tratamiento del inóculo adicionado. Gao y colaboradores (2006); realizaron experimentos de sorción de fenantreno en suelos contaminados por metales pesados (PbCl₂, ZnCl₂, CuCl₂ 2H₂O); encontrando valores de sorción del fenantreno fue superiores, después de la adición de los metales. El aumento en la sorción del fenantreno en el caso de suelos contaminados con metales pesados se atribuye a la disminución de materia orgánica disuelta (DOM) en la solución, y el aumento de la materia orgánica del suelo (SOM) como consecuencia de la sorción de la materia orgánica disuelta sobre los sólidos del suelo.

Con base en lo anteriormente expuesto, se concluye que como parte de los mecanismos de fitorremediación, la sorción de hidrocarburos en las raíces es una etapa relevante, ya que pueden ser metabolizados dentro de la planta o bien bioacumularse. La determinación de éste proceso en mezclas complejas de hidrocarburos en suelos, permitirá establecer la importancia de la sorción de hidrocarburos en las raíces de las plantas durante el uso de la fitorremediación en suelos.

Literatura citada

Calvelo, F. R. 2008. *Estudio del comportamiento del hexaclorociclohexano en el sistema suelo-planta para su aplicación en técnicas de fitocorrección*. Tesis de Doctorado. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela.

Carretero Ma., I. & Pozo, M. 2007. *Minerología aplicada, salud y medio ambiente*. Ed. Thomson. 424 p.

Dietz, A. C. & Schnoor, J. L. 2001. Advances in Phytoremediation. *Environmental Health Perspectives*, 109. Supplement 1.

Doménech X. & Peral, J. 2006. *Química ambiental de sistemas terrestres*. Ed. Reverte. Pp. 239.

Escalante, E. E. 2005. *Estudio de la capacidad fitorremediadora de "Cyperus laxus Lam" en suelo contaminado con hidrocarburos*. Tesis de Doctorado. Departamento de Residuos sólidos.

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Escalante, E. E.; Gallegos, M. M.; et al. 2005. Improvement of the hydrocarbon pyto remediation rate by "Cyperus laxus" Lam inoculated with a microbial consortium in a model system. *Chemosphere*, 59: 405-413.

Gao, Y. & Zhu, L. 2004. Plant uptake, accumulation and translocation of phenanthrene and pyrene in soils. *Chemosphere*, 55: 1169-1178.

Gao, Y.; Wei, X.; et al. 2006. Sorption of phenanthrene by soils contaminated with heavy metals. *Chemosphere*, 65(8): 1355-1361.

Gordillo Martínez, A. J.; Cabrera Cruz, R. B. E.; et al. 2010. Evaluación regional del impacto antropogénico sobre aire, agua y suelo. Caso: huasteca Hidalguense, México. *Rev. Int. Contam. Amb.*, 26(3): 229-251.

Lal, R. 2002. Soil erosion and the global carbon budget. *Environmental International*, 29: 437-450.

Lodish, H.; Berk, A.; Matsudairo, P.; et al. 2005. *Biología celular y molecular*. 5ta ed. Ed. Medicina Panamericana. 1088 p.

Luthy, R. G.; Aiken, G. R.; Brusseau, M. L.; et al. 1997. Sequestration of hydrophobic organic contaminants by geosorbents. *Environmental Science & Technology*, 31: 3341-3347.

Madrigal-Monárrez, I.; Benoit, P.; Barriuso; et al. 2008. *Revista Ingeniería e Investigación*, 28(3): 96-104.

Manaham Stanley, E. 2007. *Introducción a la química ambiental*. Ed. Reverte Pp.725.

Oliveros Bastidas, A. J.; Macías, F. A.; et al. 2009. Exudados de la raíz y su relevancia actual en las interacciones alelopáticas. *Química Nova.*, 32(1): 298-213.

Piwoni, M. D. & Keeley, J. W. 1990. Basic concepts of contaminant sorption at hazardous waste sites. EPA Ground Waster Issue /540/4-90/053.

Schnoor, L. J.; Lich, A. L.; et al. 1995. Phytoremediation of Organic Nutrient Contaminants. *Environmental Science & Technology*, 29(7).

Schwab, A. P.; Al-Assi, A. A.; et al. 1998. Adsorption of naphthalene onto Plant Roots. *Journal of Environmental Quality*, 27: 220-224.

Smith, M. J.; Flowers, T. H.; et al. 2005. Effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on germination and subsequent growth of grasses and legumes in freshly contaminated soil and with aged PAHs residues. *Environmental pollution*. Pp: 1-7.

Tam, D. D.; Shiu, W. Y.; et al. 1996. Uptake of chlorobenzenes by tissues of the soybean plant: Equilibria and kinetics. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15(4): 489–494.

Volke, S. T. y Velasco, J. A. 2002. *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. México: INE-SEMARNAT, 64 p.

Zurita, M. G. 2012. *Sorción de hidrocarburos en raíces de "Cyperus laxus" Lam.* Tesis de Maestría. División Academia de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Fósforo disponible en dos fuentes orgánicas por acción de bacterias solubilizadoras de fósforo aisladas de un suelo cultivado con piña (<i>Ananas comosus</i>) YOLANDA CÓRDOVA BAUTISTA, MARCIA EUGENIA OJEDA MORALES, MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ RIVERA, GABRIEL MARTÍNEZ VÁZQUEZ & GABRIEL MARTÍNEZ PEREYRA.....	5
Digestores anaerobios: una alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos y aprovechamiento del biogás JOSÉ AURELIO SOSA OLIVIER & JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA.....	11
Sorción de hidrocarburos en raíces de plantas fitorremediadoras MARTHA GABRIELA ZURITA CRUZ & ERIKA ESCALANTE ESPINOZA.....	17
Las colecciones del Jardín Botánico J. N. Rovirosa de la DACBiol y su importancia en la educación ambiental SILVIA CAPPELLO GARCÍA, LUISA DEL CARMEN CÁMARA CABRALES, MA. GUADALUPE RIVAS ACUÑA, ELÍAS JOSÉ GORDILLO CHÁVEZ, RODRIGO GARCÍA MORALES & MARÍA DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ.....	23
Freshwater rotifer: (part II) a laboratory study of native freshwater rotifers <i>Brachionus angularis</i> and <i>B. quadridentatus</i> from Tabasco JEANE RIMBER INDY, SALOMÓN PARAMO DELGADILLO, LENIN ARIAS RODRÍGUEZ, GABRIEL MÁRQUEZ COUTURIER, HENDRIK SEGERS, CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ & WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ.....	31
Aplicación y beneficios de los inóculos bacterianos en la fitorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos SARA PÉREZ MONTERO, ILDEFONSO JESÚS DÍAZ RAMÍREZ & ERIKA ESCALANTE ESPINOSA.....	39
Transformación genética de eucariotas YAZMIN HERNÁNDEZ DÍAZ & ALINNE AUDREI MARTÍNEZ LÓPEZ.....	45
Áreas de oportunidad para mejorar el plan de monitoreo y gestión de la calidad de aire en Tabasco GABRIELA SASTRE DE DIOS, YESICA LÓPEZ RODRÍGUEZ, AIDA ARACELY RAMÍREZ ALEJANDRE, CLAUDIA CRISTELL AGUILAR CÓRDOVA, LUIS ALBERTO MARTÍNEZ GARCÍA & ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS.....	53
Códigos de Barras de ADN una nueva herramienta para la sistemática CARLOS MANUEL BURELO RAMOS, LIDIA IRENE CABRERA MARTÍNEZ, PATRICIA ROSAS ESCOBAR, MARÍA DE LOS ÁNGELES GUADARRAMA OLIVERA & NELLY DEL CARMEN JIMÉNEZ PÉREZ.....	61
Análisis y perspectivas del derecho ambiental en Tabasco OCTAVIO MIRANDA AGUADO.....	65
Casas VIETAB: construcción verde y azul CARLOS RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, NOEMÍ MÉNDEZ DE LOS SANTOS, MERCEDES WADE ALEJO & JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA.....	71

