



KUXULKAB'

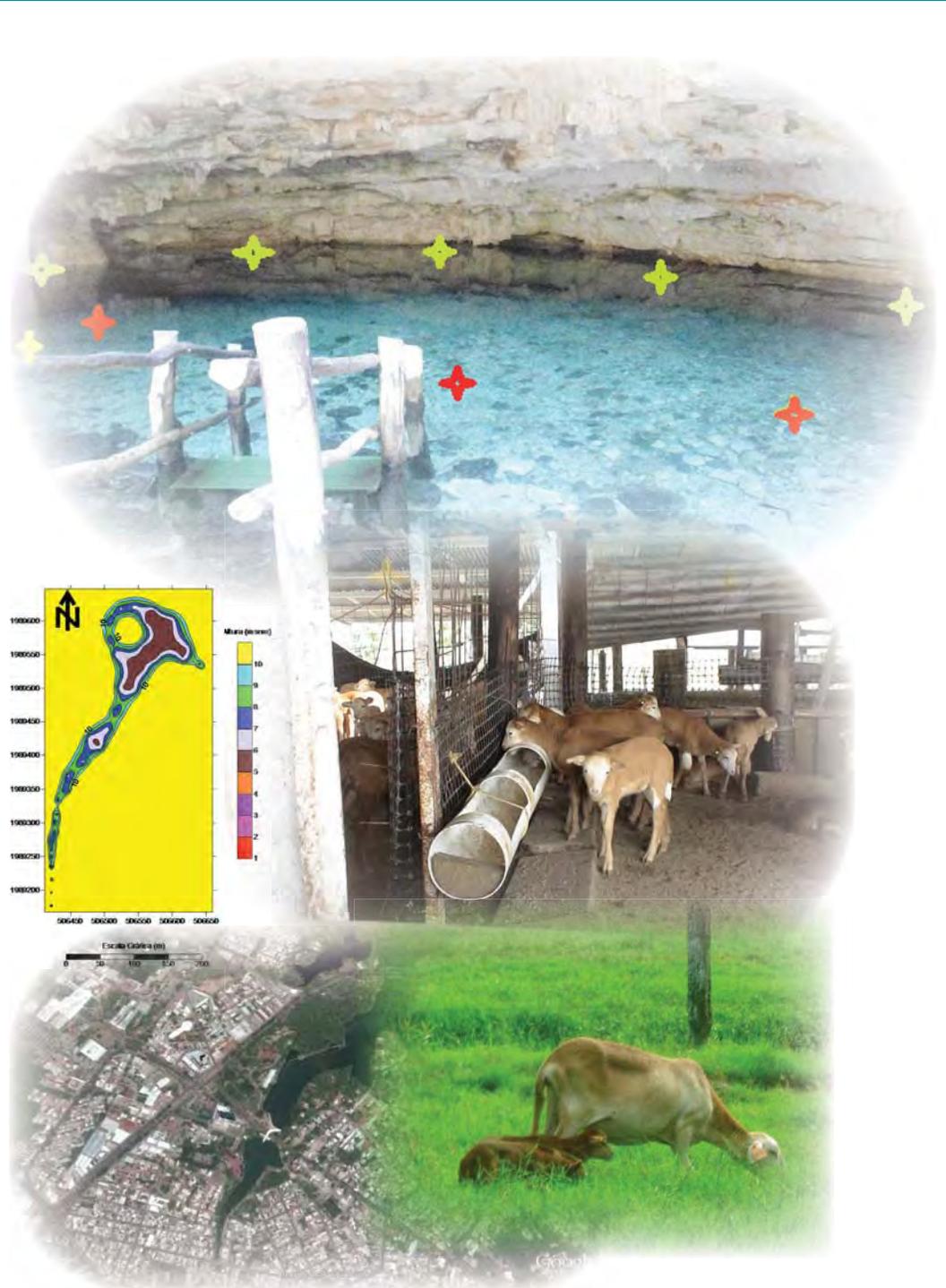
-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen XXII

Número 43

Mayo-Agosto 2016

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas





EJEMPLAR MACHO DE PIGUA (*Macrobrachium carcinus*) DE 3 MESES DE EDAD, PRODUCIDO EN EL LABORATORIO DE LARVIPIGUA.

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Jeane Rimber Indy

DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

C.D. Arturo Díaz Saldaña
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Marina Moreno Tejero
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Carolina Zequeira Larios
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITE EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Coordinador editorial

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez
Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa
Est. Lic. Idiomas, Ana Yuseth Pérez del Ángel
Traductor

Pas. Ing. Ambiental, Manuel Alberto Ek Pozo
Est. Ing. Ambiental, Adrián Hernández Magaña
Est. Lic. Biología Diana Beatriz Montero Hernández
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: www.revistas.ujat.mx; por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):
www.dgbiblio.unam.mx

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):
www.latindex.unam.mx/index.html

Nuestra portada:

El uso de los recursos naturales y el manejo de los residuos.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo & Ydania del Carmen Rosado López; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

José Vili Martínez González y colaboradores; Irma del Carmen García Osorio y Jorge Oliva Hernández; Google Earth; todas obtenidas de los artículos aquí expuestos.

KUXULKAB', año XXII, No. 43, mayo-agosto 2016; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinador editorial de la revista, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 02 de mayo del 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

En nuestro país durante el segundo semestre de este año, se realizarán importantes eventos de compromisos internacionales en el ámbito ambiental. A inicios de septiembre la «II Cumbre de las Américas» en Guadalajara, reunirá autoridades de gobiernos panamericanos, líderes indígenas, grupos ecologistas, especialistas y representantes de diversas industrias; con el fin de establecer compromisos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la intención de fortalecer compromisos internacionales a los que los diferentes países del mundo se han ligado, la búsqueda de alternativas para mitigar el calentamiento global y oportunidades para promover inversiones en una economía global con baja huella de carbono. Por otro lado, a finales de año, Cancún Quintana Roo será sede de la «XIII Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-13)» relacionada al Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD); un espacio para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la Convención y las Metas de Aichi (aprobadas en 2010 en Nagoya) así como los acuerdos de la Hoja de Ruta de “Pyeongchang”, cumplir estos compromisos es lo que permitirá que las generaciones futuras conozcan las maravillas de la biodiversidad que hoy aún disfrutamos. México ha destacado por hospedar reuniones internacionales de alto nivel; sin embargo, estos temas ambientales sin duda son especialmente importantes para los que formamos parte de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas.

La divulgación de la ciencia como la que realiza *Kuxulkab'*, permite dar a conocer regionalmente, temas ambientales como los que se discutirán en estas reuniones; ya que todos queremos salir de la crisis ambiental que nuestro planeta está sufriendo, conocer los impactos que generamos y realizar acciones para disminuirlos a través de actividades como el uso racional y eficaz de los recursos energéticos, el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales; es el camino en el que nuestra revista busca dejar una huella. Las seis contribuciones que aquí se presentan sobre temas de uso de recursos, manejo de residuos y conservación de la biodiversidad; contribuyen a informar a nuestros lectores con interesante información que busca generar sustentabilidad.

Nuestro día a día es la divulgación de la ciencia, y el de todos nosotros, es generar acciones que contribuyan al cuidado de nuestro planeta, sin lugar a dudas la comunicación de información por medios electrónicos que incrementan nuestra capacidad de difusión en estos temas, hoy nos permite no solo conocer de ellos, sino tomar mejores decisiones. Este espacio nos permite agradecer a los que han contribuido a través de los años a la construcción de nuestra revista, árbitros y colaboradores, así como reiterar que *Kuxulkab'* es una opción para divulgar los temas de actualidad e investigaciones que realizamos tanto en la DACBIOL como en nuestra universidad, al igual que a los investigadores de otras instituciones. Es importante recordar que conocer los avances de estos estudios que se generan cada día, no solo permiten saber que está pasando en nuestro entorno, si no a comprometernos a cuidarlo mejor. Esperamos que cada vez más estudiantes de la universidad sigan aprovechando y considerando este espacio para escribir sobre temas de relevancia.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

IDENTIFICACIÓN DE TARDÍGRADOS EN GENOTES UBICADOS EN YUCATÁN	5
José Vili Martínez González, Andrea García Valerio & Vili Aldebarán Martínez García	
EDAD AL DESTETE, MOMENTO CRUCIAL QUE DETERMINA LA EFICIENCIA DE CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LOS CORDEROS	13
Irma del Carmen García Osorio & Jorge Oliva Hernández	
SIMULACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA GERMINACIÓN DEL FRIJOL NEGRO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) CON DERRAMES DE HIDROCARBUROS	19
Luis Alberto Calcaneo Gordillo, Rodolfo Gómez Cruz, María Teresa Gamboa Rodríguez & Jesús Roberto Gamboa Aldeco	
LAGUNA DE LAS ILUSIONES Y SU ENTORNO URBANO: AGUAS RESIDUALES, URBANAS Y SEDIMENTOS	27
Georgina Ricárdez de la Cruz, Gaspar López Ocaña, Raúl Germán Bautista Margulis & Carlos Alberto Torres Balcazar	
ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN UNA LAGUNA FLUVIAL DE TABASCO	39
Julio César de la Cruz Reyes, Juan de Dios Mendoza Palacios & José Roberto Hernández Barajas	
ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DE UN ACOPIO LECHERO EN LA REGIÓN MAYA DE CHIAPAS	45
Rubén Monroy Hernández, Alfredo Isaac Brindis Santos, Francisco Guevara Hernández, Roberto Reimundo Coutiño Ruiz, Epifanía Lozano López & Rafael Pimentel Segura	

SIMULACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA GERMINACIÓN DEL FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L) CON DERRAMES DE HIDROCARBUROS

ENVIRONMENTAL IMPACT SIMULATION IN BLACK BEAN GERMINATION (*Phaseolus vulgaris* L) WITH HYDROCARBON SPILLS

Luis Alberto Calcáneo Gordillo¹, Rodolfo Gómez Cruz², María Teresa Gamboa Rodríguez³ & Jesús Roberto Gamboa Aldeco⁴

¹Egresado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). ²Doctor en Biotecnología Ambiental y profesor-investigador de la DACBiol-UJAT. ³Doctora en Ciencias Biológicas y profesora-investigadora de la DACBiol-UJAT; miembro de la Sociedad Química de México y de la Sociedad Mexicana de Toxicología. ⁴Maestro en Ciencias y profesor-investigador de la DACBiol-UJAT.

^{2,3,4}Integrantes del Cuerpo Académico en consolidación de «Ciencias Ambientales» de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ ing.luisalca91@gmail.com

Como referenciar:

Calcáneo Gordillo, L.A.; Gómez Cruz, R.; Gamboa Rodríguez, M.T. & Gamboa Aldeco, J.R. (2016). Simulación de impacto ambiental en la germinación del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L) con derrames de hidrocarburos. *Kuxulkab'*, XXII(43): 19-26, mayo-agosto.

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

Resumen

La creciente descarga de residuos industriales y domésticos, el derrame de hidrocarburos, así como de otros productos químicos ha generado serios problemas de contaminación en las aguas y esto requiere el uso urgente de metodologías adecuadas que permitan medir la naturaleza y mecanismos de los efectos de esos contaminantes sobre organismos vivos. En este trabajo se realizó una simulación para determinar los efectos letales de los derrames de hidrocarburos en el Golfo de México que llegaron hasta los plántulos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L). Se realizaron cuatro bioensayos bajo un diseño completamente al azar para probar las concentraciones de hidrocarburos al 100 %, 50 %, 10 %, 6 %, 5 %, 2 %, 1 % y 0.1 % en cada derrame; por otro lado, se llevó a cabo un control con tres repeticiones cada una con 5 o 10 granos de frijol negro por unidad experimental. A 72 h, la concentración letal media (CL₅₀) de hidrocarburos por derrame fue 4 % (40,000 ppm) por ajuste de mínimos cuadrados y 3.1 % por el método Finney.

Palabras clave: Concentración letal, análisis Probit, hidrocarburos de derrame, frijol negro.

Abstract

The increasing discharge of industrial and domestic waste, oil spills and other chemicals has led to serious water pollution problems and this requires urgent use of appropriate methodologies to measure the nature and mechanisms of the effects of those pollutants on living organisms. In this paper, a simulation was performed in order to determine the lethal effects of hydrocarbon spills in the Gulf of Mexico in the black bean (*Phaseolus vulgaris* L). Four bioassays were made under a completely randomized design to test the hydrocarbon concentrations 100 %, 50 %, 10 %, 6 %, 5 %, 2 %, 1 % and 0.1 % in spills; In addition, control tests were made with three repetitions each, with 5 or 10 black bean grains per experimental unit. 72 hours later, the medium lethal concentration (LC₅₀) of hydrocarbons using least squares fitting was 4 % (40,000 ppm) and a result of 3.1 % using the Finney method.

Keywords: Lethal concentration, Probit analysis, hydrocarbons spill, black bean.

¿Cuál es la situación de los derrames y su impacto en la agricultura?

En promedio se estima que los desechos de lodos van desde los 270 mil litros a poco menos del millón y medio de litros diarios en la producción petrolera terrestre (Steffes, 1994). El sistema de transporte de hidrocarburos por ducto a cargo de Petróleos Mexicanos (PEMEX), está conformado por 55,331 km, de los cuales 37,257 (67 %) son ductos de transporte de operación que varían de 4 hasta 48 pulgadas de diámetro. En el año 2007 ocurrieron 209 derrames y 89 fugas de hidrocarburos en una proporción estimada a 23,590 barriles y 59,000 ft³ de gas respectivamente, la mayoría de estos se presentaron en el sistema de transporte de ductos. Los derrames afectaron alrededor de 28 ha, principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Tamaulipas (Hernández-Galván, 2010). Beltrán (1993), reporta que existen 7,200 hectáreas afectadas por contaminación de hidrocarburos, en el estado de Tabasco, dentro de éste los suelos más afectados corresponden a pantanos o zonas inundables, mismas que presentan altos contenidos de materia orgánica y arcilla (Botello *et al.*, 1993; Palma & Cisneros, 1996).

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo de gestión ambiental, ampliamente conocido en el mundo y presente en México; la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3º al Impacto Ambiental (IA) como la: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, (SEMARNAT, 2015). También, la EIA está dirigida a efectuar análisis detallados de diversos proyectos de desarrollo y del sitio donde se pretenden realizar, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución. Para la evaluación del IA, básicamente existen las medidas de prevención, mitigación y compensación (SEMARNAT, 2013). Así, la EIA es un procedimiento técnico y participativo, para la identificación y valoración, en forma anticipada, de las consecuencias ambientales de un proyecto aún no ejecutado, con la finalidad de eliminar, mitigar o compensar sus impactos ambientales negativos. También permite habilitar o fundamentar la adopción de una decisión de la autoridad ambiental, tomando en cuenta la admisibilidad de los impactos residuales de la construcción, operación y cierre de dicho proyecto.

Las operaciones de exploración y producción de hidrocarburos tienen el potencial para causar una variedad de impactos ambientales, la cual depende de la actividad que se esté desarrollando, el tamaño y complejidad del proceso, la naturaleza y sensibilidad del ambiente circundante y la efectividad de la planeación, prevención de la contaminación y las técnicas de control y mitigación de impactos ambientales. La contaminación del suelo por hidrocarburos del petróleo tiene un efecto adverso sobre las comunidades vegetales, entre ellas las leguminosas, tal es el caso del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L). Después de un derrame, los hidrocarburos del petróleo de bajo punto de ebullición exhiben alto grado de toxicidad de contacto en las porciones frágiles o jóvenes de raíces y brotes, debido a que tienen grandes cantidades de hidrocarburos saturados y contenidos bajos de compuestos polares (Dorn *et al.*, 1998).

Estudios previos con la prueba de Concentración Letal Media (CL₅₀) identificaron que las leguminosas son más sensibles que las gramíneas y ciperáceas a la exposición al petróleo y tienen los índices más altos de fitotoxicidad por efecto de la toxicidad aguda (Rivera-Cruz & Trujillo-Narcía, 2004).

«La LGEEPA define al impacto ambiental como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza»

«La contaminación del suelo por hidrocarburos del petróleo tiene un efecto adverso sobre las comunidades vegetales, entre ellas las leguminosas»



Fotografía 1. Sitio de estudio de los bioensayos toxicológicos (Google earth, 2015).



Fotografía 2. Sitio de colecta de las muestras de hidrocarburos: Central de Almacenamiento y Bombeo (CAB), de la Batería Cunduacán, Rancho Nuevo, Cunduacán Tabasco, México (Google earth, 2015).

Rhykerd & Smiciklas (2004) indican que la fijación de nitrógeno es severamente inhibida en suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. En el suelo, la fracción de *n*-alcanos de bajo (C5-C9) y medio (C10-C18) peso molecular y los hidrocarburos aromáticos se volatilizan o degradan con cierta facilidad, pero los de alto peso molecular [*n*-alcanos C20 a C40, los aromáticos polinucleares (HAP), asfaltenos y resinas] se degradan lentamente, debido a su baja solubilidad (Cole, 1994; Rosenberg & Ron, 1996; Eweis *et al.*, 1998; Okoh & Trejo-Hernández, 2006). Estos son los que causan mayor preocupación ambiental, ya que son los que impiden, por mayor tiempo, el desarrollo de especies vegetales.

La toxicidad es el grado de efectividad de una sustancia tóxica en humanos, animales, plantas o microorganismos, sin embargo, este efecto adverso puede tomar varias formas, como enfermedad, deformidad, modificaciones del comportamiento, cambios en la reproducción, daño genético o muerte (Hernández, 2010).

Por ello, una de las etapas más importantes del desarrollo de una planta es la germinación de las semillas al emerger el primer cotiledón. En la germinación ocurren cuatro procesos:

- a) La imbibición o toma física de agua.
- b) La formación de los sistemas enzimáticos e inicio de la síntesis de proteínas y de ARN.
- c) La emergencia de la radícula.
- d) La iniciación del crecimiento.

La activación de la semilla es inhibida ante la presencia de sustancias tóxicas, que afectan su germinación. La división celular de los meristemos radiculares puede afectarse, ya sea por retardo en el proceso de mitosis o alteración en el proceso de alargamiento radicular, por lo que la fitotoxicidad de un compuesto puede ser determinada a través de la medición de la germinación de semillas.

Cabe mencionar que la toxicidad se evalúa mediante bioensayos que consisten en exponer organismos vivos (algas, bacterias, vegetales y fauna en general) a sustancias tóxicas a diferentes concentraciones y registrar los efectos sobre los mismos. Una forma son las pruebas de toxicidad aguda que son relativamente simples, son de corta duración y de bajo costo, además de que se cuenta con bases de datos para muchas sustancias y efluentes.

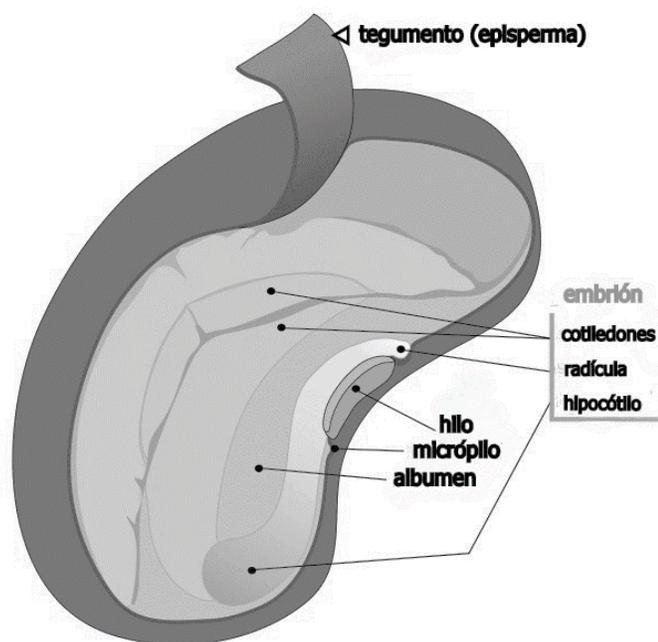


Imagen 1. Anatomía del frijol negro '*Phaseolus vulgaris*' (adaptado de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dycotyledon_seed_diagram-en.svg).

Estas pruebas son usadas con frecuencia para una valoración de toxicidad rápida o para determinar la sensibilidad relativa de diferentes especies (Menzer *et al.*, 1994). El bioensayo ha sido diseñado para evaluar la fitotoxicidad de una sustancia en los estadios tempranos críticos del crecimiento de una planta.

Las leguminosas pueden ser utilizadas como bioindicadoras de la contaminación del suelo causada por derrames de petróleo nuevo, aquel recién extraído de un yacimiento a través de un pozo petrolero, o por petróleo intemperizado, aquel expuesto a las condiciones ambientales en la superficie del suelo al menos durante 20 años, y que también pueden utilizarse para la evaluación de la eficiencia de la descontaminación final de suelos de acuerdo con la normativa ambiental mexicana (Rivera-Cruz *et al.*, 2005). Como respuesta se determina la inhibición en la germinación y de la elongación de la radícula y del hipocotilo.

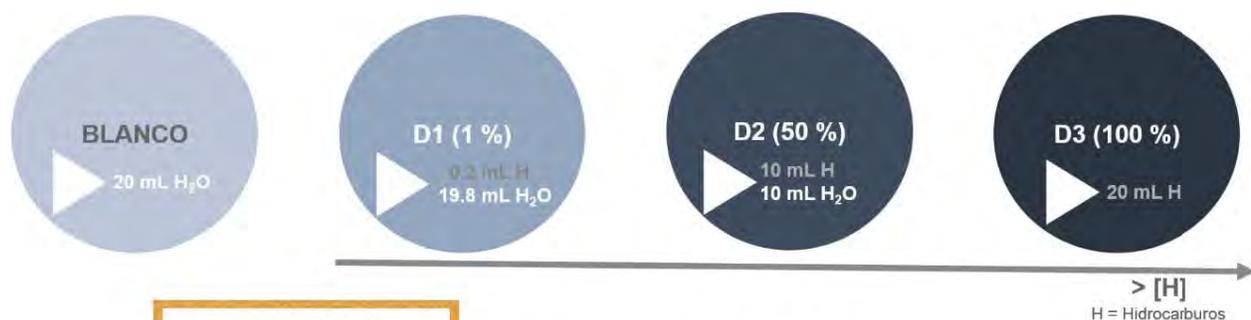
Es importante destacar que durante la germinación y los primeros días de desarrollo ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de un compuesto tóxico puede interferir y alterar la supervivencia y el desarrollo normal de las plántulas (Uribe, 2008). Se refiere a la estimación de una respuesta desfavorable a una sustancia en donde se evalúa la toxicidad aguda (Wang & Freemark, 1994).

Finalmente, se determina para cada concentración el número de organismos afectados, dato con el que se puede establecer la Concentración Letal Media (CL_{50}), que es la concentración del tóxico que mata 50 % de los organismos ensayados en un tiempo determinado.

En este trabajo se obtuvo la (CL_{50}) de un derrame de hidrocarburo midiendo constantemente la inhibición del crecimiento de la raíz y el tallo durante la germinación de la semilla del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L), utilizando diluciones logarítmicas, aplicando el método de análisis PROBIT y con tres repeticiones por muestra, en dos bioensayos toxicológicos preliminares y finales, respectivamente. Se seleccionó la Planta Piloto #2, de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol), (fotografía 1) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) para realizar los bioensayos. Esta se encuentra ubicada en la carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 entronque Bosques de Saloya, en las coordenadas $17^{\circ} 59' 25.45''$ N y $92^{\circ} 58' 23.48''$ O. Las muestras de hidrocarburos de derrame fueron extraídas de plataforma por actividades marítimas, recogidas en la Central de Almacenamiento y Bombeo (CAB), de la Batería Cunduacán, ubicada en Rancho Nuevo, municipio de Cunduacán, Tabasco, México (fotografía 2), con pH de 4.0 a finales de mayo de 2015 y fueron transportados en botellas tipo PET de reciclado a dicha planta, a temperatura ambiente.

Por otra parte, el frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L) es una planta que pertenece a la familia de las leguminosas o fabaceae, herbácea anual, erecta o trepadora, de tallo pubescente o glabrescente cuando adulta (imagen 1); así como una especie anual nativa de Mesoamérica y Suramérica, y sus numerosas variedades se cultivan en todo el mundo para el consumo, tanto de sus vainas verdes como de sus semillas frescas o secas (Ulloa *et al.*, 2011). Asimismo, se realizó una prueba preliminar pero sin repetición, previa al bioensayo final, que a continuación se describe (imagen 2). Tomando en cuenta los resultados obtenidos del bioensayo preliminar, para las pruebas finales se ajustaron las concentraciones y se repitieron dos veces, y por triplicado cada una, a excepción del blanco, de acuerdo a la estrategia del imagen 3.

Finalmente, los valores de la CL_{50} y sus intervalos de confianza al 95 % fueron calculados a través del método Probit mediante el programa BIOSTAT 2009 Professional versión 5.8.1., que es un conjunto de herramientas estadísticas y métodos detallados de análisis gráfico. Los resultados obtenidos se graficaron como curvas de regresión Probit empírico contra log de la concentración, con sus respectivos límites de confianza.



Tomado de <http://biologia.fciencias.unam.mx/plantasvasculares/GlosarioPlantas/Gimnospermas/index.html>

CONDICIONES DE TRABAJO

- CAJAS DE PETRI DE VIDRIO DE 210 MM
- ALGODÓN COMO SUSTRATO
- MANTENER HUMEDAD CONSTANTE
- TEMPERATURA AMBIENTE
- DETERMINAR pH
- AGUA DE GARRAFÓN
- PROBETA DE 20 mL
- MICROPIPETA DE 100 – 1000 μ L
- PIPETA GRADUADA DE 10 mL
- PROPIPETA ELÉCTRICA
- CAMPANA DE EXTRACCIÓN
- BALANZA SEMI-ANALÍTICA
- D1 = DOSIS 1 = 1 %
- D2 = DOSIS 2 = 50 %
- D3 = DOSIS 3 = 100 %
- OBSERVAR LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL HIPOCOTILO DE LA PLANTA DE FRIJOL

Imagen 2. Estrategia para la realización del bioensayo preliminar de toxicidad aguda y encontrar el rango de concentración más próxima a la CL_{50} en muestras de hidrocarburos de derrame con frijol negro (*Phaseolus vulgaris*).

¿Qué obtuvimos?

Se inició el crecimiento vegetativo en bioensayos preliminares. El algodón utilizado como sustrato, o celulosa pura, también tiene funciones destacables como medio filtrante para la posible germinación del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*). Tal fue el caso de que al cabo de 48 h el blanco germinó completamente. Sin embargo, se observó que la velocidad de infiltración de las muestras de hidrocarburos derramadas a tres concentraciones diferentes (100 %, 50 % y 10 %) variaba en el algodón, a pesar del tamaño de poro que presenta este material celulósico, que se puede decir es grande y fue determinante para controlar el grado de humedad constante en cada caja de Petri.

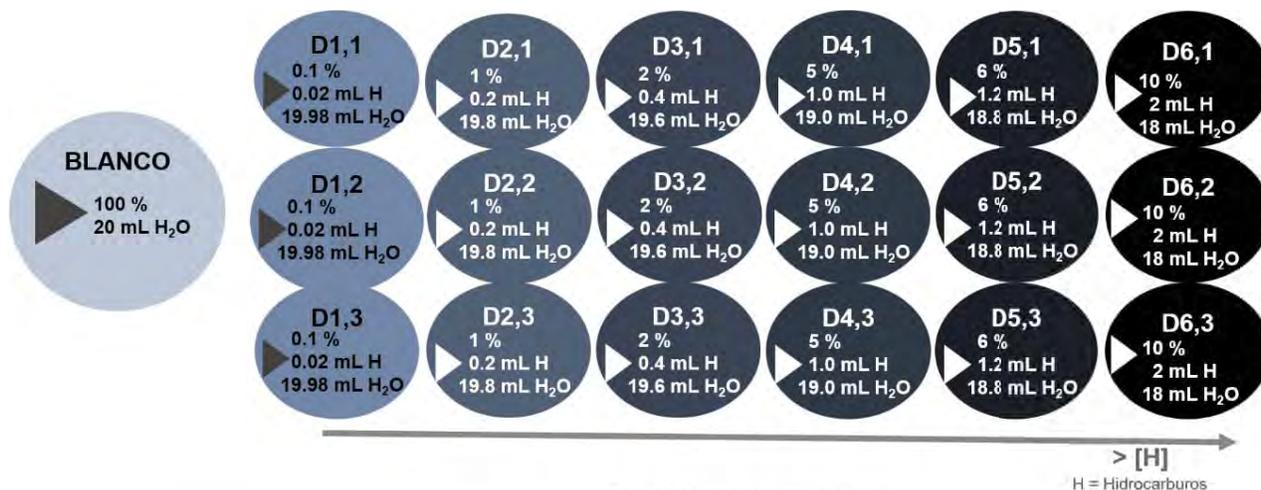
Por lo tanto, no germinaron con las concentraciones de hidrocarburos (H) 50 % y 100 %, respectivamente, y con hidrocarburos 10 % germinaron 3 de 5 granos totales de frijol negro, a pesar del pH inicialmente detectado, que es 4.0.

El crecimiento vegetativo en bioensayos finales. El crecimiento vegetativo del frijol mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos.

La inhibición del crecimiento también fue severamente afectada por las tres concentraciones más altas de las muestras de hidrocarburos de derrame nuevos (5 %, 6 % y 10 %).

El mayor efecto de la inhibición del crecimiento del frijol negro se presentó con las muestras a 10 % de las pruebas de hidrocarburos de derrame nuevos, donde las plantas no lograron sobrevivir al efecto de esta concentración; en cambio las concentraciones 0.1 %, 1 % y 2 % fueron menos sensibles a la inhibición del crecimiento del frijol.

Se determinó la Concentración Letal Media (CL_{50}). En las condiciones de trabajo mencionadas en el apartado de anterior, se determinó por el análisis Probit, mediante el Método Finney (Distribución Lognormal), del programa BIOSTAT 2009 Professional versión 5.8.1 que el valor de la CL_{50} es de 3.1 %, de acuerdo al cuadro 1 y gráfica 1a; y mediante ajuste por mínimos cuadrados (Distribución normal), del programa y versión antes mencionados, el valor de la CL_{50} es de 4 %, de acuerdo al cuadro 2 y gráfica 1b.

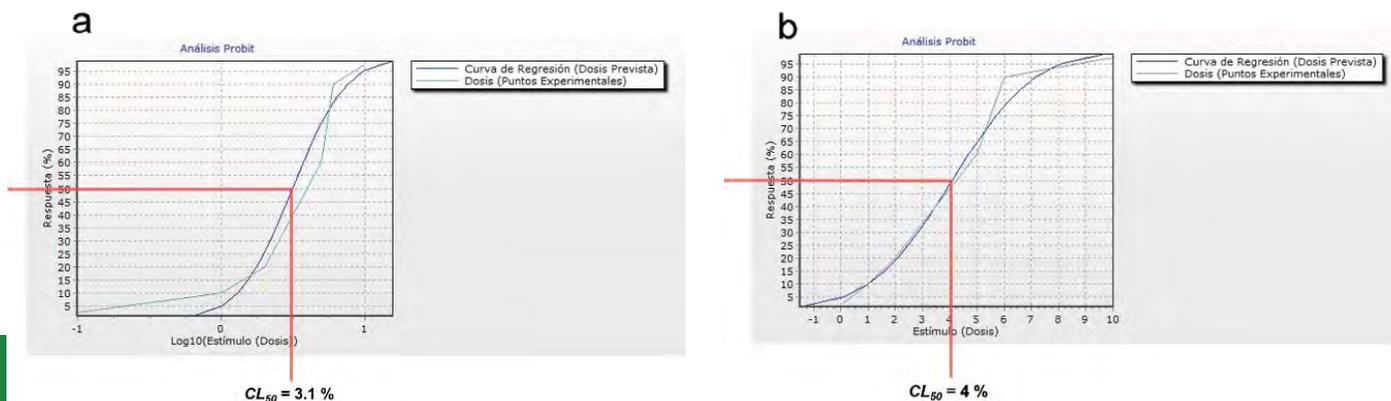


Tomado de <http://biologia.ciencias.unam.mx/plantasvasculares/GlosarioPlantas/Gimnospermas/index.html>

CONDICIONES DE TRABAJO

- CAJAS DE PETRI DE VIDRIO DE 210 MM
- ALGODÓN COMO SUSTRATO
- MANTENER HUMEDAD CONSTANTE
- TEMPERATURA AMBIENTE
- DETERMINAR pH
- AGUA DE GARRAFÓN
- PROBETA DE 20 mL
- MICROPIPETA DE 100 – 1000 µL
- PIPETA GRADUADA DE 10 mL
- PROPIPETA ELÉCTRICA
- CAMPANA DE EXTRACCIÓN
- BALANZA SEMI-ANALÍTICA
- D1 = DOSIS 1 = 0.1 %
- D2 = DOSIS 2 = 1 %
- D3 = DOSIS 3 = 2 %
- D4 = DOSIS 4 = 5 %
- D5 = DOSIS 5 = 6 %
- D6 = DOSIS 6 = 10 %
- OBSERVAR LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL HIPOCOTILO DE LA PLANTA DE FRIJOL

Imagen 3. Estrategia para la realización de los bioensayos finales de toxicidad aguda y determinación de la CL₅₀ en muestras de hidrocarburos de derrame con frijol negro (*Phaseolus vulgaris*).



Gráfica 1. Determinación de la CL₅₀: a) por el Método Finney (distribución Lognormal); y b) por mínimos cuadrados (distribución Normal), con 0.1 %, 1 %, 2 %, 5 %, 6 % y 10 % de hidrocarburos procedentes de los derrames petroleros y frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), respectivamente, en pruebas de toxicidad aguda.

Cuadro 1. Análisis Probit, mediante el Método Finney (Distribución lognormal) del programa BIOSTAT 2009 Professional versión 5.8.1, para determinar la CL_{50} en muestras de hidrocarburos de derrame, a 10 %, 6 %, 5 %, 2 %, 1 % y 0.1 %, con frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) a 0.05 nivel de intervalo de confianza.

Análisis Probit - Método Finney [Distribución Lognormal]							
Log10[Dosis (Estímulo)]	Porcentaje Actual (%)	Porcentaje Probit (%)	N	R	E(R)	Diferencia	Chi cuadrado
-1	0.025	0	10	0.25	0	0.25	21.952.957
0	0.1	0.0483	10	1	0.483	0.517	0.5834
0.301	0.2	0.2559	10	2	2.5588	-0.5588	0.122
0.659	0.6	0.7495	10	6	7.4954	-1.4954	0.2983
0.7782	0.9	0.8256	10	9	8.2575	0.7425	0.0868
1	0.975	0.9534	10	9.75	9.5338	0.2182	0.0049
Chi cuadrado							
Chi cuadrado	21.954.0024						
Grados de Libertad	4						
nivel p	0						
Percentil de Dosis (Estímulo)							
Percentil	Probit (Y)	Log10[Dosis (Estímulo)]	Error Estándar	Dosis (Estímulo)	Error Estándar		
1	2.6732	-0.1992	0.2242	0.6322	0.3411		
5	3.3548	0.0049	0.172	1.0113	0.411		
10	3.7183	0.1137	0.1454	1.2993	0.4432		
16	4.0056	0.1997	0.1256	1.5839	0.4643		
20	4.1585	0.2455	0.1156	1.7801	0.4741		
25	4.3258	0.2956	0.1054	1.9752	0.4843		
30	4.478	0.3406	0.0971	2.1907	0.4938		
40	4.7471	0.4217	0.0846	2.6408	0.5176		
50	5	0.4975	0.0771	3.1439	0.5614		
60	5.2529	0.5732	0.075	3.7428	0.6498		
70	5.524	0.6543	0.0791	4.5118	0.8268		
75	5.6742	0.6993	0.084	5.004	0.9735		
80	5.8415	0.7494	0.0911	5.6156	1.1862		
84	5.9944	0.7952	0.0988	6.2401	1.4323		
90	6.2817	0.8812	0.1158	7.6069	2.0523		
95	6.6452	0.99	0.1402	9.7731	3.2091		
99	7.3268	1.1941	0.1904	15.6349	7.0756		
Estadísticos de Regresión							
LD50	3.1439	LD50 Error Estándar	0.5614				
LD50 LCL	2.1411	LD50 UCL	4.2959				
Log10[LD50]	0.4975	Error Estándar	0.0771				
Beta	3.3401	Intercepto	3.3384				
Beta Error Estándar	0.7478						

Se puede observar las diferencias porcentuales de los resultados obtenidos entre los métodos utilizados (gráfica 1a y 1b), donde mediante un ajuste por mínimos cuadrados con el programa BIOSTAT 2009 Professional versión 5.8.1, se obtuvieron los valores del intercepto en la ordenada (b) y la pendiente (m) de la ecuación de la recta: $y=mx+b$

Calcáneo et al., (2016). Kuxul'kab', XXII(43): 19-26

Cuadro 2. Análisis Probit, mediante mínimos cuadrados (Distribución normal) del programa BIOSTAT 2009 Professional versión 5.8.1, para determinar la CL_{50} en muestras de hidrocarburos de derrame, a 10 %, 6 %, 5 %, 2 %, 1 % y 0.1 %, con frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) a 0.05 nivel de intervalo de confianza.

Análisis Probit - Mínimos cuadrados [Normal Distribución]				
Dosis (Estímulo)	Porcentaje Actual (%)	N	Probit (Y)	Peso (Z)
0.1	0.025	10	3.0396	1.0792
1	0.1	10	3.7183	2.6546
2	0.2	10	4.1585	3.8171
5	0.6	10	5.2529	4.7471
6	0.9	10	6.2817	2.6546
10	0.975	10	6.9604	1
Estadísticos de Regresión				
LD50	4.0912	LD50 Error Estándar	0.5373	
LD50 LCL	3.0045	LD50 UCL	5.1779	
Beta	0.4162	Intercepto	3.2973	
Beta Error Estándar	0.0971			
LD10	1.0116	LD16	1.6885	
LD84	6.4939	LD90	7.1708	
LD100	7.6952			

Entonces, un ajuste por mínimos cuadrados disminuye la incertidumbre (gráfica 1b) y produce resultados más confiables cuando existen mediciones redundantes en un bioensayo de toxicidad aguda, como fue en nuestro caso.

En las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-115-ECOL-1998 y NOM-138-SEMARNAT/SS-2003), se establecen las especificaciones de protección ambiental que se deben observar en las actividades de perforación de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, así como los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos, respectivamente, pero en ambas no aparecen todavía la CL_{50} permisible en pruebas de toxicidad aguda.

Referencias

- Beltrán, E.** (1993). *Los impactos del petróleo en Tabasco: realidad y perspectivas* (p. 16). Villahermosa Tabasco, México: Gobierno del Estado de Tabasco.
- Botello, A.; Diaz, G.; Villanueva, F. & Salazar, L.** (1993). Presence of PAH's in coastal environments of the southeast Gulf of Mexico. *Polycyclic Aromatic Compounds, suppl.*, (3): 397-404
- Cole, G.M.** (1994). *Assessment and remediation of petroleum contaminated sites*. Boca Raton, FL.; USA: Lewis Publishers.
- Dorn, B.P.; Vipond, E.T.; Salanitro, P.J. & Wisniewski, L.H.** (1998). Assessment of the acute toxicity of crude oils using earthworms, microtox® and plants. *Chemosphere*, 37(5): 845-860
- Eweis, J.B.; Ergas, S.J.; Chang, D.P. & Shroeder, E.D.** (1998). *Bioremediation principles: series in water resources and environmental engineering*. New York, U.S.A.: McGraw Hill.
- Hernández del Olmo, R.** (2010). *Identificación de los elementos que determinen la factibilidad de proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos desde el punto de vista ambiental* (pp. 8-13). Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH). Recuperado de: http://www.cnh.gob.mx/_docs/transparencia/Medio_Ambiente.pdf
- Hernández Galván, B.** (2010). *Administración de la integridad en sistemas de transporte de Hidrocarburos* (Tesis de maestría en ciencias). Instituto Politécnico Nacional (IPN). Ciudad de México, México.
- Menzer, R.E.; Lewis, M.A. & Fairbrother, A.** (1994). Methods in Environmental toxicology. In: Hayes, W.; *Principles and methods of toxicology* (3rd Ed.; pp. 1391-1418). New York, U.S.A.: Haven Press Ltd.
- Okoh, A.I. & Trejo-Hernández, M.R.** (2006). Remediation of petroleum hydrocarbon polluted systems: exploiting the bioremediation strategies. *African Journal of Biotechnology*, 5(25): 2520-2525.
- Palma López, D.J. & Cisneros, D.J.** (1996). *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco* (Vol. 1). Fundación PRODUCE Tabasco A.C. Villahermosa, Tabasco; México.
- Rivera-Cruz, M.C. & Trujillo-Narcía, A.** (2004). Estudio de toxicidad vegetal en suelos con petróleos nuevo e intemperizado. *Interciencia*, 29(7): 369-376
- Rivera-Cruz, M.C.; Trujillo-Narcía, A.; Miranda-de la Cruz, M.A. & Maldonado-Chávez, E.** (2005). Evaluación toxicológica de suelos contaminados con petróleos nuevo e intemperizado mediante ensayos con leguminosas. *Interciencia*, 30(6): 326-331
- Rhykerd, R. & Smiciklas, K.** (2004). *Impact of crude oil contamination in soil on nitrogen fixation rates of three legumes*. Illinois Council on Food and Agricultural Research.
- Rosenberg, E. & Ron, E.Z.** (1996). Bioremediation of petroleum contamination. In: Crawford, R.L. & D.L. Crawford (eds.). *Bioremediation principles and applications: Biotechnology Research Series 6* (pp. 100-124). Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).** (2013). Criterios de Evaluación. Recuperado de: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos/criterios-de-evaluacion>
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).** (2015). Información de transparencia. Consultado de <http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/impactoambiental>
- Steffes, D.W.** (1994). *A proposed world oil stability policy, The World Oil & Gas Industries in the 21st Century* (Conference Proceedings; pp. 20-29). 16th Annual North American Conference of the IAEE. U.S.A.
- Ulloa, J.A.; Ulloa Rosas, P.; Ramírez Ramírez, J.C. & Ulloa Rangel, B.E.** (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(5): 5-8
- Uribe, R.** (2008). Ensayo de inhibición de la germinación y del alargamiento radicular en semillas de cebolla '*Allium cepa*' y soya '*Glycine max*'. 2008. En: Ramírez-Romero, P.; Mendoza-Cantú, A. (Comp.). *Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo: la experiencia en México*. México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Wang, W.C. & Freemark, K.** (1995). The use of plants for environmental monitoring and assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 30(3): 289-301



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIFUSIÓN Cultural

Instalaciones
Culturas Emergentes
Música
Teatro
Fotografía
Artes Plásticas
Canción

K'elen-Bijj 2016
Muestra de Arte Contemporáneo y Culturas Emergentes

www.ujat.mx

**FUENTE DE LOS FUNDADORES, POR LA CONMEMORACIÓN DE LOS 25 AÑOS DE BIOLOGÍA EN LA UJAT
(K'elen-Bijj 2016: MUESTRA DE ARTE CONTEMPORÁNEO Y CULTURAS EMERGENTES)**

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: José Francisco Juárez López & Ydania del Carmen Rosado López

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



EDIFICIO DR. ANDRÉS RESÉNDEZ MEDINA: *antes Centro de Investigación en Biología y Biotecnología Tropical.*
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía de Rafael Sánchez Gutiérrez



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

+52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com

www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

