



Título del artículo.

Fitorremediación de zonas contaminadas con hidrocarburos empleando *Phaseolus Coccineus*.

Título del artículo en idioma inglés.

Phytoremediation of polluted areas with hydrocarbons using *Phaseolus Coccineus*

Autores.

Néstor Uriel Olvera Reyes
Francisco Andrés Mexia Robles
Pablo Eduardo Estévez Hernández

Referencia bibliográfica:

MLA

Olvera Reyes, Néstor Uriel, Francisco Andrés Mexia Robles y Pablo Eduardo Estévez Hernández. "Fitorremediación de zonas contaminadas con hidrocarburos empleando *Phaseolus Coccineus*". *Tlamati* 9.1, 2018: 22-26. Print.

APA

Olvera Reyes, N. U., Mexia Robles, F. A. y Estévez Hernández, P. E. (2018). Fitorremediación de zonas contaminadas con hidrocarburos empleando *Phaseolus Coccineus*. *Tlamati*, 9(1), 22-26.

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 30 de Junio del 2018

© 2018 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAGro. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Fitorremediación de zonas contaminadas con hidrocarburos empleando *Phaseolus Coccineus*

Nestor Uriel Olvera Reyes^{1*}
Francisco Andrés Mexia Robles²
Pablo Eduardo Estevez Hernández³

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias Ambientales, Carretera Cayaco-Puerto Márques, Campus Llano Largo, Código Postal 39660, Col. Llano Largo, Acapulco de Juárez, Guerrero, México.

²Universidad de Occidente, Facultad de Ingeniería, Boulevard Macario Gaxiola y Carretera Internacional Los Mochis-Culiacán, Código Postal 81369, Col. Conrado Espinoza Malvinas, Los Mochis, Sinaloa, México.

³Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, Unidad Académica de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Avenida Tecnológico, Código Postal 75520, Col. La Gloria, Ciudad Serdán, Puebla, México.

*Autor de correspondencia
nestorolvera@outlook.com

Resumen

El suelo es un recurso natural muy importante que cumple con infinidad de funciones como el sostén de la vegetación, filtración de agua y la ganadería. Es por eso la importancia de remediar zonas contaminadas con hidrocarburos, ya que los hidrocarburos afectan la permeabilidad, estructura y contenido de materia orgánica. Empleando *Phaseolus Coccineus* se pueden llevar a cabo trabajos de Fitorremediación, sin dañar o alterar los ecosistemas, ya que es una planta que se encuentra prácticamente en toda la República Mexicana de manera natural.

Palabras clave: hidrocarburos, fitorremediación, suelo, zonas contaminadas

Abstract

Soil is a very important natural resource that fulfills many functions such as support of vegetation, water filtration and livestock. This is why matters remedying areas contaminated with hydrocarbons, since hydrocarbons affect permeability, structure and content of organic matter. Using *Phaseolus Coccineus*, phytoremediation methods can be carried out, without damaging or altering the ecosystems, since *Phaseolus Coccineus* is a plant that can be found in a natural way, practically everywhere throughout the Mexican Republic .

Keywords: hydrocarbons, phytoremediation, soil, polluted areas

Como citar el artículo:

Olvera Reyes, N. U., Mexia Robles, F. A. y Estevez Hernández, P. E. (2018). Fitorremediación de zonas contaminadas con hidrocarburos empleando *Phaseolus Coccineus*. *Tlamati*, 9(1), 22-26.

Introducción

Uno de los problemas ambientales en la actualidad es la contaminación de ecosistemas terrestres y acuáticos por derrames de hidrocarburos. En el caso del suelo, las principales consecuencias ambientales que se presentan después de un evento de contaminación por hidrocarburos son: la reducción o inhibición del desarrollo de la cobertura vegetal, cambios en la dinámica poblacional de la fauna y la biota microbiana; y contaminación de cuerpos de agua subterránea por infiltración del contaminante (Pardo Castro, Perdomo Rojas y Benavides López de Mesa 2014). Además de los daños ya mencionados y el impacto negativo al medioambiente, generan impactos de tipo económico, social y de salud pública en los lugares aledaños al sitio del derrame.

En México, cada año se presenta un promedio de 550 emergencias ambientales, de las cuales el 66% están asociadas al petróleo y sus derivados (gasolina, combustóleo, diésel), agroquímicos, gas LP, entre otros; dejando más de 8,031 toneladas de hidrocarburos derramados en su mayoría en tierra en los cuatro sectores de ductos del país, dejando de lado los hidrocarburos derramados en talleres automotrices y hogares.

En tierra, la infraestructura petrolera está integrada por pozos, ductos, centrales de almacenamiento, complejos petroquímicos, entre otros. La extracción y transporte de los hidrocarburos ha jugado un papel importante desde la época precolombina hasta la actualidad (De la Fuente López, 2013). Desde la apertura de Petróleos Mexicanos hasta la década de 1970, el consumo de petróleo fue excesivo debido a su bajo costo. En la actualidad, debido al incremento en el precio del petróleo, muchos individuos han optado por tomar de manera clandestina el líquido de los ductos de PEMEX, principalmente en los estados del centro del país (Ortinez Brito, Ize Lema y Gavilán García, 2013).

El suelo es un recurso natural que cumple con infinidad de funciones como la filtración de agua a los mantos acuíferos, el sostén de la ganadería, agricultura y soporte de la vegetación, es por eso la importancia, hoy en día, de encontrar alternativas sostenibles (Biorremediación y Fitorremediación) para restaurar dichos suelos.

Las propiedades físicas del suelo se ven más afectadas por la contaminación con hidrocarburos: al aglutinarse las partículas del suelo se generan estructuras más gruesas que cubren la superficie de las plantas y el espacio poroso y afectan la aeración del suelo. La película que cubre las partículas es hidrófoba y disminuye la retención de agua. Por otro lado el contenido de materia orgánica del suelo se incrementa notablemente (Pérez Vargas, García Esquivel y Esparza García, 2002).

La Fitorremediación surge como una tecnología que utiliza flora y microorganismos asociados a ellas, para descontaminar suelo, aire, sedimentos y agua, está basada en la capacidad para tolerar, absorber, acumular y/o degradar contaminantes, el objetivo no debe ser solamente eliminar contaminantes, si no recuperar la calidad del mismo suelo de forma sostenible (Bernal Figueroa, 2014).

Las leguminosas es una familia que tiene gran importancia en la piscicultura, ya que su sistema radical es responsable de mejorar el suelo, cubren las necesidades proteicas y mineral para el ganado, por su potente estructura se sujetan el suelo principalmente y se autoadministran nitrógeno ya que son capaces de cederlo al suelo, estimulando mayor actividad microbiana, especialmente de bacterias degradadoras de hidrocarburos (Sangabriel, Ferrera-Cerrato, Trejo-Aguilar, Mendoza-López, Cruz-Sánchez, López-Ortiz, Delgadillo-Martínez y Alarcón, 2006).

Para este proyecto se utilizó *Phaseolus Coccineus*, o mejor conocida como Ayocote, que es una planta perenne de hasta varios metros de altura; hojas de 6 a 10cm de largo y de 5 a 6 cm de ancho; flores con variedad de colores rojo, naranja, amarillo, blanca, etc.; el fruto es una vaina y sus semillas son parecidas a las del frijol. En el estudio de Sangabriel et al. (2006), se mostró la resistencia de un 50% de las plantas al combustóleo, además de que su sistema radical puede desarrollarse a grandes profundidades, la secreción de exudados contribuye a la proliferación de microorganismos claves para la desintoxicación y degradación de contaminantes en el suelo.

Desde el punto de vista ambiental *Phaseolus Coccineus* es viable, ya que lo podemos encontrar en Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, CDMX, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, EdoMex. Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro,

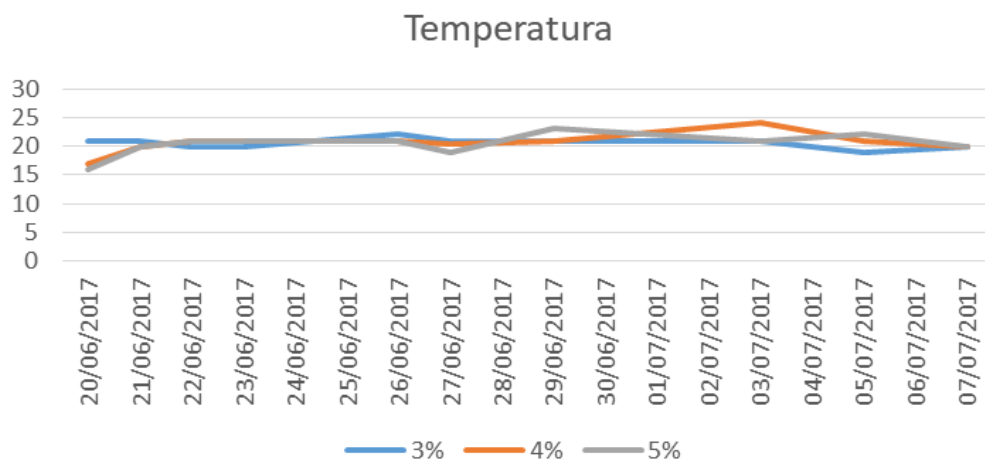


Figura 1. Monitoreo de la temperatura

Tabla 1. Absorbancia y Transmitancia del Plomo.

		Absorbancia y Transmitancia		
		Plomo		
	Nº de Muestra	A	T	PPM
	Día 1	1.3474	05.9%	6.2
3%	1	1.3474	04.6%	6.2
	2	1.2326	05.9%	5.6
4%	1	0.1786	66.7%	0
	2	0.1068	78.3%	0
5%	1	0.0700	85.3%	0
	2	0.3173	48.4%	0.7

San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas, adaptándose a diferentes climas, y encontrándose desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. Además se puede encontrar de forma silvestre y no afecta cultivos. Esto lo hace una planta ideal para remediar suelos en cualquier región de la república.

Materiales y Metodología.

Como no se contaba con suelo contaminado, se extrajo suelo de las orillas del lago de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [BUAP] para contaminarlo, posteriormente se hicieron las pruebas de temperatura, pH (para lo cual se disolvió 1g de suelo en 10ml de agua destilada y se filtró), densidad y como el suelo se encontraba húmedo, se hizo una prueba de pérdida de humedad. Los resultados obtenidos de estas pruebas fueron: un pH de 7, una densidad de 1.2727g, una temperatura de 16° y una pérdida de humedad de 13.9655g.

Para contaminar se utilizó un mezclado de gasolina y

aceite automotriz, el suelo se estandarizo en 700g para las tres muestras, mismas que se contaminaron con diferentes proporciones (al 5%, al 4% y al 3%). Se mezcló cada una de las porciones en 50ml de agua para tener una mayor distribución en el suelo, posteriormente se tomaron muestras de pH y temperatura.

Para la siembra de nuestra planta se compraron las semillas y se pusieron a germinar. Se aceleró el germinado poniendo las semillas a luz directa las 24 horas y al tercer día brotaron los cotiledones, que se sembraron en el suelo contaminado.

La mezcla de gasolina con aceite se sometió a una destilación para saber el porcentaje de cada hidrocarburo que contenía. Esto nos arrojó que el 64% del contenido era gasolina y el 36% pertenecía a aceite automotriz. Para la caracterización del hidrocarburo se hizo una prueba de infrarrojo, en donde se encontró que contenía altas concentraciones de Plomo y Níquel, por lo que se tomó el Plomo y Níquel como referencia para la prueba de absorbancia y

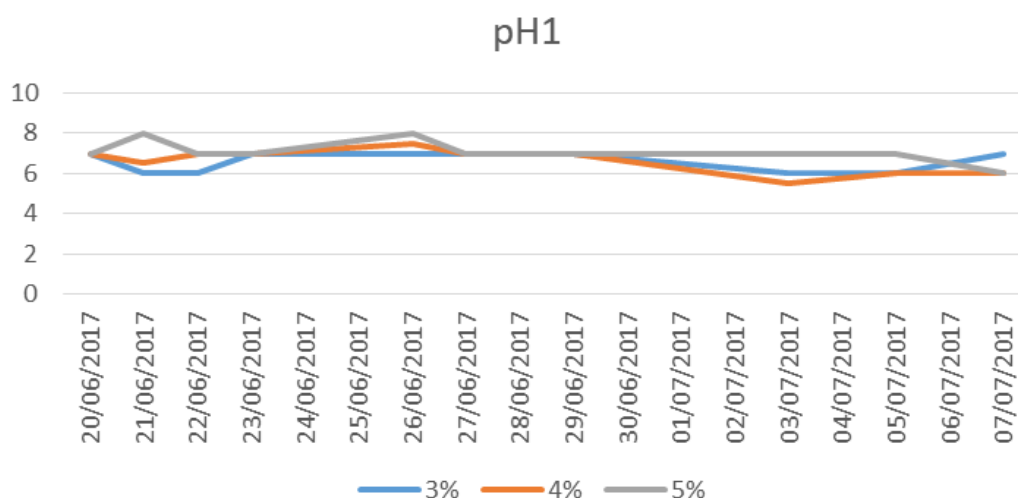


Figura 2. Monitoreo de pH1

Tabla 2. Absorbancia y Transmitancia del Níquel

Absorbancia y Transmitancia				
Níquel				
	Nº de Muestra	A	T	PPM
	Día 1	1.2887	04.8%	7.66
3%	1	1.3367	04.8%	7.28
	2	1.3887	04.5%	7.66
4%	1	0.2241	59.8%	1.10
	2	0.2241	59.8%	1.10
5%	1	0.2471	56.7%	1.21
	2	0.2872	51.7%	1.42

transmitancia, la cual nos serviría como base para saber el grado de contaminación del suelo y posteriormente hacer otra prueba para comparar si se degradó el hidrocarburo, ya que la planta no absorbe el contaminante.

Durante los días siguientes se monitorearon el crecimiento de la planta, la temperatura y el pH, así como su tolerancia al mezclado de hidrocarburos. Para el día 6 después de la siembra, las plantas cuyo suelo se contaminó con el 3% y 5% perecieron y se sembraron nuevos individuos.

Resultados y Discusión.

La figura 1 nos muestra el aumento de la temperatura después del agregado del mezclado de hidrocarburos, que va de los 15° a los 25° debido a que los hidrocarburos son calientes, también se puede observar que la temperatura se mantiene entre los 20° y los 24° en los días posteriores a la contaminación del suelo, resultados que muestran que no se tiene una variación significativa.

En la figura 2 y 3 podemos observar que el pH de las

tres muestras se mantuvo en neutro en casi todas las muestras, a excepción de una o dos muestras que arrojaron un pH de 6, resultados acordes con el suelo que se mantiene estable, teniendo los nutrientes y la temperatura necesarios para el desarrollo de las plantas.

En las tablas 1 y 2 podemos observar que en las primeras pruebas, muestran altas concentraciones de plomo (6.2 PPM) y níquel (7.2 PPM), mismas que se tomaron como base para comparar datos. Al cabo de 2 semanas se volvieron a tomar las muestras de absorbancia y transmitancia y como se puede ver en ambas tablas, en las muestras de 4% y 5%, se demostró que se degradó casi en su totalidad el plomo y el níquel. Por el contrario, en la muestra del 3% los datos no cambiaron significativamente.

Conclusiones.

De acuerdo con el artículo de Sangabriel et al. (2006), se demostró que *Phaseolus Coccineus* es una planta que se recomienda emplear para la degradación de hidrocarburos, a pesar de que su crecimiento se vuelve lento, ya que en las

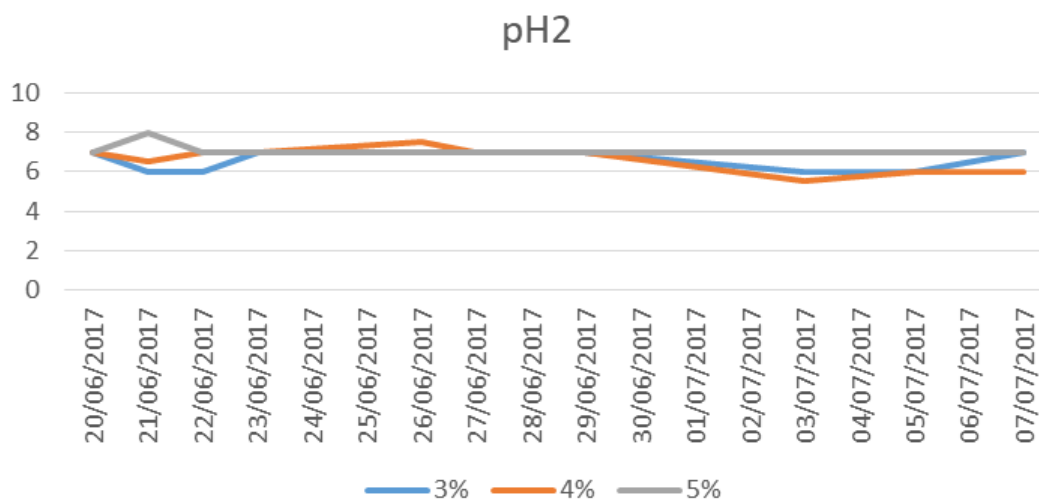


Figura 3. Monitoreo de pH2

pruebas se mostró que degradó el plomo y níquel, que son de los componentes más abundantes en el mezclado de hidrocarburos que se aplicó.

Nota

Los individuos de *Phaseolus Coccineus* en concentraciones de 3% y 5%, que se sembraron primero, perecieron debido a que no se adaptaron a las condiciones del suelo, por lo que se recomienda que la planta sea sembrada cuando se encuentre más desarrollada. La planta que se sembró en la concentración del 4%, se adaptó a todas las condiciones pero su desarrollo fue más lento.

Agradecimientos.

Se agradece al programa DELFIN por la beca otorgada para la realización de la estancia académica de verano.

De igual manera se agradece al área de fomento a la investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero, por promover y financiar, en conjunto con el CONACYT, los veranos de investigación.

A el compañero Carlos que nos ayudó con la caracterización del hidrocarburo.

Por último a la Dra. María Dolores Guevara Espinoza por los conocimientos transmitidos, la dedicación, la cálida recepción y la paciencia hacia los colaboradores.

Referencias

Bernal Figueroa, A. A. (2014). *Fitorremediación en la*

Recuperación de Suelos: Una Visión General. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental. Boyacá, COL.

De la Fuente López, A. (2013). *La explotación de los hidrocarburos y los minerales en México: un análisis comparativo*. 2013. Disponible en: www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-coccineus/fichas/ficha.htm

Pérez Vargas, J., García Esquivel, G. y Esparza García, F. (2002). *Papel Ecológico de la Flora Rizosférica en Fitorremediación*. Colegio de Posgraduados. México.

Pardo Castro, J. L., Perdomo Rojas, M. C. y Benavides López de Mesa, J. L. (2014). *Efecto de la Adición de Fertilizantes Inorgánicos Compuestos, en la Degradación de Hidrocarburos en Suelos Contaminados*. Universidad de la Salle, Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá, COL.

Ortíz Brito, O., Ize Lema, I. y Gavilán García, A. (2013). *La Restauración de Suelos Contaminados con Hidrocarburos en México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. INECC.

Sangabriel, W., Ferrera-Cerrato, R., Trejo-Aguilar, D., Mendoza-López, M. R., Cruz-Sánchez, J. S. López-Ortiz, C., Delgadillo-Martínez, J. y Alarcón, A. (2006). *Tolerancia y Capacidad de Fitorremediación de Combustóleo en el Suelo por Seis Especies Vegetales*. Facultad de Agronomía y Facultad de Ingeniería Química Ambiental, Universidad Veracruzana. Xalapa, MEX.