

Poaceae: una alternativa en la remoción de hidrocarburo

LAZCANO, Mariela, HERNANDEZ, Israel y CUERVO, Rodrigo

Recibido 25 de Marzo, 2016; Aceptado 8 de Junio, 2016

Resumen

La alta capacidad de absorción de hidrocarburo y la hidrofobicidad de un absorbente juegan un papel muy importante en recuperación de hidrocarburo derramado sobre cuerpos de agua. El presente trabajo estudió la recuperación de hidrocarburo semi pesado mediante dos especies de la familia de las Poaceae que son *Panicum maximum Jacq.* (Pm) y *Cynodon nlemfuensis Vanderyst* (Cn), aplicando la norma ASTM F 726-99 la cual indica las condiciones ideales para evaluar un absorbente. Se determinó la capacidad de absorción de hidrocarburo de Pm y Cn con un tamaño de partícula de 1.68 mm mediante el contacto directo del material absorbente (Pm y Cn) y el hidrocarburo. Posteriormente las condiciones hidrofóbicas se determinaron mediante el contacto del material absorbente y agua ionizada y desionizada. De acuerdo a los ensayos *Panicum maximum Jacq.* es el mejor absorbente de hidrocarburo ya que absorbe en promedio 9.04 g de hidrocarburo/g de absorbente, pero carece de hidrofobicidad, a pesar de ello el material propuesto puede ser utilizado en los derrames de hidrocarburo siempre y cuando recordemos que es más eficiente en derrames sobre superficies que en condiciones acuosas y esto se debe a su composición interna (alto contenido de proteína y bajo contenido de fibra).

Absorción, Poaceae, *Panicum maximum Jacq.*, *Cynodon nlemfuensis Vanderyst.*

Abstract

The high absorption capacity of hydrocarbon and hydrophobicity of an absorbent play an important role in recovery of spilled oil on water bodies. This paper studied the recovery of semi heavy hydrocarbon by two species of the family Poaceae are *Panicum maximum Jacq.* (Pm) and *Cynodon nlemfuensis Vanderyst* (Cn), using ASTM F 726-99 which indicates the ideal conditions to evaluate an absorbent. The absorption capacity hydrocarbon Pm and Cn a particle size of 1.68 mm by direct contact of the absorbent material (Pm and Cn) and the hydrocarbon was determined. Subsequently hydrophobic conditions were determined by contacting the absorbent material and ionized and deionized water. According to the tests *Panicum maximum Jacq.* is the best absorbent hydrocarbon as it absorbs on average 9.04 g hydrocarbon / g of absorbent, but lacks hydrophobicity, nevertheless the proposed material can be used in oil spills long as we remember that is more efficient in effusions on surfaces under aqueous conditions and this is due to its internal composition (high protein content and low fiber content).

Absorption, Poaceae, *Panicum maximum Jacq.*, *Cynodon nlemfuensis Vanderyst.*

Citación: HERNANDEZ, Israel, HERVER, Raúl, OLIVOS, Mayky, MARQUEZ, Carlos. Elaboración de un hidrogel a partir de quitosano para la eliminación de metales pesados (Cu) en una muestra modelo de agua. Revista de Simulación y Laboratorio.2016, 3-7: 18-24

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El hidrocarburo es la principal fuente de energía y de materia prima para las industrias (SENER, 2013). Para poder satisfacer la demanda nacional e internacional de hidrocarburo fue necesaria el aumento en las actividades de exploración, producción y transporte por vía terrestre y marina (PDN, 2013), esto aumenta el riesgo de que ocurra algún derrame de hidrocarburo y por lo tanto la contaminación cuerpos de agua y suelo (Díaz *et al.*, 2013)

Dentro de las técnicas actualmente utilizadas para contrarrestar la contaminación por hidrocarburo, destaca el uso de materiales absorbentes de origen orgánico para la recuperación del hidrocarburo derramado, ya que algunos (bagazo de caña modificada, plumas, cáscara de coco, musgo, etc.) muestran una alta capacidad de absorción de hidrocarburo, propiedades hidrofóbicas, son biodegradables y algunas de ellas se encuentran en abundancia ya que son subproducto de alguna industria (Vlaev *et al.*, 2011; Díaz *et al.*, 2013).

Estudios sobre materiales absorbente de origen orgánico han revelado que la mayor capacidad de absorción de hidrocarburo se logra cuando el material contienen grandes cantidades de proteínas (plumas), por otro lado grandes cantidades de fibra (cáscara de coco) disminuye las propiedades hidrofóbicas, por lo que difícilmente puede ser utilizado en los derrames de hidrocarburo en cuerpos de agua (Echavarría *et al.*, 2015).

En la búsqueda de otras alternativas de absorbente de hidrocarburo se vuelve importante contemplar a las proteínas como condicionante en la eficiencia de absorción y la fibra en las propiedades hidrofóbicas del material absorbente.

De acuerdo con esto existe algunas Poaceas (zacate) que contienen altos contenidos de proteína en edad madura y fibra en edad adulta dentro de las cuales podemos destacar a *Panicum maximum Jacq.* (Pm) y *Cynodon nlemfuensis Vanderyst* (Cn), estas especies son consideradas exóticas invasoras en México, por lo que provocan alteraciones físicas y químicas de los hábitat, compiten por los recursos naturales, desplazan especies nativas e incluso depredan, son resistentes a los cambios climáticos, producen gran cantidad de semillas, tienen fácil dispersión, todo esto causa alteraciones en los ecosistemas (Capdevila, Zilletti y Suárez, 2013; López, 2013; Badii *et al.*, 2015).

Debido a las afectaciones que provocan las especies exóticas invasoras, con esta investigación se pretende utilizar estas especies como una alternativa en la remoción de hidrocarburo, de esa manera tener una medida de control para estas especies y por otro lado ayudar a la pronta recuperación de las zonas contaminadas con hidrocarburo.

Metodología

Se usaron dos tipos de zacate provenientes de la colonia Yanga de la ciudad de Poza Rica de Hidalgo, Veracruz. El primero Pm y el segundo Cn, estos zacates son utilizados para la alimentación de ganado. Se caracterizan por ser zacates con un alto contenido de proteína y bajo contenido de fibra en edad madura, caso contrario en edad adulta el contenido de proteína disminuye y el de fibra aumenta (Ramírez *et al.*, 2010). En este estudio también se consideró necesario tener un material absorbente de control, en este caso se utilizó un material absorbente de origen orgánico (mazorcas de maíz) proporcionado por la proveedora industrial VALLEN.

Este material industrializado se utilizó para determinar si los zacates propuestos como alternativa en la absorción de hidrocarburo realmente eran mejores que uno comercial.

Para los ensayos de evaluación de capacidad de absorción de hidrocarburo se obtuvieron muestras 1 kg de zacate Pm y Cn en ambos se determinaron los siguientes parámetros mediante el análisis bromatológico: cantidad de fibra cruda, proteína cruda y extracto etéreo.

Para obtener el tamaño de partícula de 1.68 mm, se utilizó un molino de mano y un arreglo de 5 tamices, mediante movimiento mecánico se realizó la separación del zacate triturado.

Se utilizó un hidrocarburo con una gravedad API de 22.4, correspondiente a un hidrocarburo semi pesado, dicha determinación se realizó mediante la aplicación de la norma ASTM D 287-92.

En la determinación de la capacidad de absorción de hidrocarburo se utilizó la norma ASTM F 726-99: Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents en su apartado Oil Adsorption short Test. Se consideró que esta metodología no imita las condiciones reales de un derrame de hidrocarburo, solo proporciona las condiciones ideales para evaluar el material absorbente, por lo que en la experimentación se determinó la máxima capacidad de absorción del material absorbente (Echavarría *et al.*, 2015).

Se pesó una muestra de 1 g de *Panicum maximum Jacq.* o de *Cynodon nlemfuensis Vanderyst*, se adicionó la Poaceae al vaso de precipitado que contenía 50 g de hidrocarburo semipesado y se dejó flotar libremente durante 2 minuto \pm 20 segundos.

Pasado este tiempo se sacó la muestra y se realizó el drenado durante 1 minuto \pm 20 segundos con apoyo de una malla filtrante. Una vez pasado el tiempo de drenado la muestra se extrajo de la malla filtrante para colocarla en una báscula analítica LAB-500 (0.1–500 g) y tomar el peso de la muestra impregnada con hidrocarburo. El procedimiento se repitió cinco veces para cada pasto.

Utilizando la fórmula 1 se calculó la capacidad de absorción del material absorbente:

$$C_{Ab} = \frac{m_t - m_0}{m_0} \quad (1)$$

Dónde:

C_{Ab} = Capacidad de absorción.

m_t = Masa del material impregnado (Peso del sorbente e hidrocarburo sorbido).

m_0 = Masa del material sorbente seco.

En la determinación de las propiedades hidrofóbicas del material absorbente se utilizó nuevamente la norma que fue tomada como referencia es la ASTM F 726-99. Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents en su apartado Dyname Degradation Test.

Esta prueba se realizó en dos fases: en la primera fase se utilizó agua desionizada o destilada, de la cual se añadió 1 L de agua desionizada a un vaso de precipitado de 2 L de capacidad, en el fondo del vaso de precipitado con ayuda de unas pinzas se introdujo un agitador magnético, posteriormente el vaso precipitado se colocó sobre la parrilla magnética a una velocidad de 100 ciclos/minuto, después se agregó 1 g *Panicum maximum Jacq.* o de *Cynodon nlemfuensis Vanderyst* respectivamente, durante un período de 15 minutos se mantuvo la agitación. Pasado el lapso de tiempo el contenido del vaso se dejó precipitar 2 minutos.

El contenido del vaso de precipitado se filtró y se dejó drenar durante 1 minuto sobre una malla filtrante. Pasado el tiempo de drenado se sacó la muestra del malla y se le tomo el peso del material impregnado de agua desionizada. La capacidad de absorción de agua se calculó mediante la fórmula 1. Se realizaron cinco replicas para cada Poaceae.

La segunda parte de la prueba consistió en preparar una solución 1 M de NaCl mediante la adición de 58.5 g NaCl a un matraz de aforación de 1 L, el contenido del matraz de aforación se depositó en el vaso de precipitado de 2 L, en el fondo del vaso de precipitado se introdujo un agitador magnético con ayuda de unas pinzas, todo el contenido del vaso se colocó sobre una parrilla magnética a una velocidad de 100 ciclos/minuto y se agregó la cantidad de 1 g *Panicum maximum Jacq.* o de *Cynodon nlemfuensis Vanderyst* respectivamente, durante un período de 15 minutos se mantuvo la agitación. Pasados los 15 min el contenido se dejó en reposo dentro del vaso durante 2 minutos.

El contenido del vaso de precipitado se filtró y se dejó drenar durante 1 minuto sobre la malla filtrante. Pasado el tiempo de drenado se sacó el material de la malla y se le tomo el peso del material impregnado de agua ionizada. La capacidad de absorción de agua se calculó mediante la fórmula 1. Se realizaron cinco replicas para cada Poaceae.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa R Core Team 2014.

Resultados

Los resultados de interés para esta investigación obtenidos en el análisis bromatológico de las dos especies de Poaceae se muestran en la tabla 1.

En *Panicum maximum Jacq.* por el contenido de proteína cruda y fibra cruda es relativamente joven y el bajo contenido de extracto etéreo (grasa) indica que no ha sufrido estrés hídrico (Combatt, Jarma y Paternina, 2015).

Tipos de Poaceae	Base seca 100%		
	Proteína cruda	Fibra cruda	Extracto etéreo
<i>Panicum maximum Jacq.</i>	9.33	5.59	2.86
<i>Cynodon nlemfuensis Vanderyst</i>	12.00	11.30	8.57

Tabla 1 Análisis bromatológico de *Panicum maximum Jacq.* y *Cynodon nlemfuensis Vanderyst*.

Para *Cynodon nlemfuensis Vanderyst* observamos que el contenido de proteína cruda y fibra cruda son casi iguales por lo que el zacate tienen mayor edad y el contenido de extracto etéreo indica que esta especie si sufrió estrés hídrico, de acuerdo a la teoría este zacate tiende a cerrar estomas para evitar deshidratarse (Caballero, Orozco y Durango, 2015).

Al evaluar los datos obtenidos en la capacidad de absorción de los dos zacates (Pm y Cn) y el material absorbente de control (mazorcas de maíz) con aplicación del análisis estadístico inferencial de Kruskal Wallis indica diferencia significativa en las capacidades de absorción de hidrocarburo de los tres materiales probados ($f= 12.5448$, $df= 2$ y $p= 0.001888 < 0.05$), por consiguiente el material con mayor capacidad de absorción de hidrocarburo es Pm10, después esta Cn10 y la que menos absorbió de hidrocarburo fue la mazorca de maíz (gráfico 1).

Para el análisis de las propiedades hidrofóbicas en condiciones dinámicas de Pm, Cn y la Mazorca se realizó primero en agua desionizada en la que la prueba Kruskal Wallis indico la existen de diferencias significativas ($f = 11.58$, $df = 2$ y $p = 0.003058 < 0.05$) en las capacidades de absorción de agua desionizada de los tres tipos de materiales absorbentes, por lo tanto el material con menor capacidad de absorción de agua desionizada es la mazorca de maíz, después le siguió Cn10 y Pm 10 fue la que absorción más agua desionizada (gráfico 2).

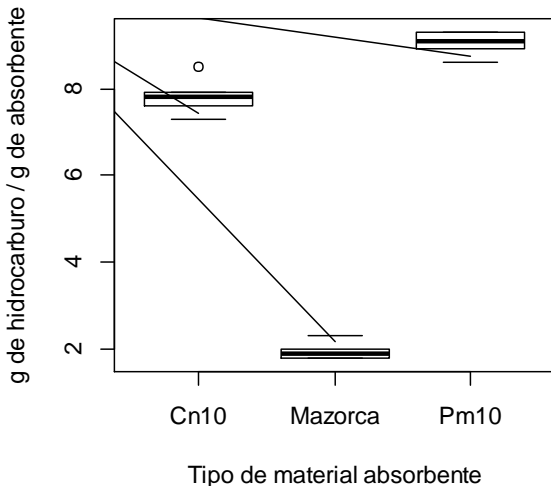


Gráfico 1 Capacidad de absorción de hidrocarburo en Pm, Cn y en mazorcas.

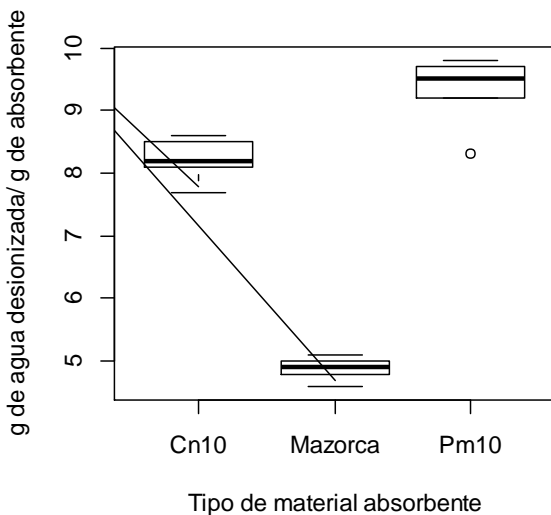


Gráfico 2 Capacidad de absorción de agua desionizada en Pm, Cn y en mazorcas.

Por otra parte en la capacidad de absorción de agua ionizada de acuerdo con la prueba de Kruskal Wallis se encontró diferencia significativa entre las capacidades de absorción de agua ionizada en los tres materiales absorbentes analizados ($f = 12.6582$, $df = 2$, $p = 0.001784 < 0.005$), por lo que se concluye que el material con menor capacidad de absorción de agua ionizada es la mazorca de maíz, después le sigue Cn10 y la que mostro mayor capacidad de absorción fue Pm10 (gráfico 3).

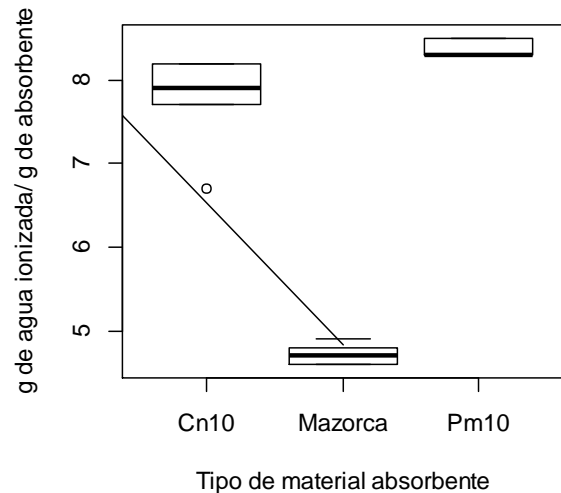


Gráfico 3 Capacidad de absorción de agua ionizada en Pm, Cn y en mazorcas.

Agradecimiento

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada. A la Facultad de Ciencias Químicas de Poza Rica por otorgarme las facilidades para el uso de laboratorio. Al Dr. Israel Hernández Romero por su apoyo en el desarrollo de la investigación. Al Dr. Rodrigo Cuervo González y al MIPMA. Humberto Echavarría Guzmán.

Conclusiones

En los análisis realizados de capacidad de absorción de hidrocarburo se notó la influencia de la cantidad de proteína y fibra cruda presente en cada especie de Poaceae (Pm y Cn) ya que la mayor capacidad de absorción de hidrocarburo lo obtuvo Pm por la mayor concentración de proteína cruda, aunque a la par observamos que Cn tuvo muy buenos resultados en la capacidad de absorción de hidrocarburo, estas dos especies fueron mejores absorbedores de hidrocarburo en comparación con el material industrializado de mazorcas de maíz.

Pese a la eficiencia absorbiendo hidrocarburo de las dos especies de Poaceae (Pm y Cn) no tuvieron buenas características hidrofóbicas y el material industrializado de acuerdo a los resultados absorbe más agua desionizada y ionizada que hidrocarburo.

Por otro lado un factor que no se había tomado en cuenta que influiría en la absorción de agua desionizada y ionizada es el extracto etéreo que como se dijo anteriormente es grasa provocada por el estrés hídrico, este grasa se encontró en mayor cantidad en Cn lo que hizo que este en comparación con Pm absorbiera menos agua desionizada y ionizada.

En conclusión si es viable utilizar a Pm y Cn en la absorción de hidrocarburo siempre y cuando el derrame no se en algún cuerpo de agua ya que la eficiencia del material absorbente se compromete ya que también absorbería agua.

Referencias

American Society for Testing and Materials. 2012. ASTM D 287 API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method).

American Society for Testing and Materials. 2012. ASTM F 726 Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents.

Badii, M. H., Guillen, A., Rodríguez, C.E., Lugo, O., Aguilar, J. y Acuña, M. 2015. Pérdida de biodiversidad: causas y efectos. Daena: International Journal of Good Conscience. **10 (2)**: 156-174.

Capdevila, L., Zilletti, B. y Suárez, V.A. 2013. Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. Soc. Esp. Hist. Nat. 2 (10): 55-75.

Diario Oficial de la Federación. (2013). Plan de Desarrollo Nacional 2013-2018. México.

Díaz, M.A., Rivas, L., Acosta, J., Miller, S., Romero, R., Hernández, D. y Laffita, C. 2013. Evaluación a escala de banco de materiales absorbentes para recogida de hidrocarburos en suelos. IV Congreso Cubano de Petróleo y Gas (PETROGAS'2013).

Echavarría, H., Hernández, L., Sandoval, F. y Ramos. T. 2015. Remoción de hidrocarburo por medio de proteínas en medio acuoso. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals en Ciencias y Sustentabilidad. **13**: 709-713.

Echavarría, H., Hernández, L., Lazcano, M y Ramos T. 2015. Remoción de hidrocarburo por medio de biopolímeros en medio acuoso. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya. **7(4)**: 1424-1429.

López, M. 2014. Desarrollo sustentable en la utilización de bagazo de la caña de azúcar como material adsorbente para minimizar el impacto de contaminación marina por derrame de hidrocarburo. Tesis Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Altamira. México.

Ramírez, J.L., Verdecía, D., Leonard, I. y Álvarez, Y. 2010. Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba. Revista electrónica de Veterinaria. **11(7)**: 1-14.

Secretaría de Energía (SENER). 2013. Prospectiva de Hidrocarburo Crudo y Petrolíferos 2013-2027. México.

Vlaev, L., Petkov, P., Dimitrov, A. y Genieva, S. 2011. Cleanup of water polluted with crude oil or diesel fuel using rice husks ash. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. **42**: 957–964.

Combatt, E., Jarma, A. y Paternina, E. 2015. Bromatología de *Brachiaria decumbens* Stapf y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst en suelos sulfatados ácidos en Córdoba, Colombia. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. **6 (5)**: 1035-1049.