



Ceiba Pentandra aplicada a la recuperación de derrame de petróleo

José Carlos Gómez Quevedo *

*Tecnológico Nacional de México / IT de
Cosamaloapan,
Cosamaloapan, Veracruz, México*

Lucila Guadalupe Tobón Galicia

*Tecnológico Nacional de México / IT de Tierra
Blanca,
Tierra Blanca, Veracruz, México*

José Isidro Beltrán

*Tecnológico Nacional de México / IT de
Cosamaloapan,
Cosamaloapan, Veracruz, México*

* Autor de correspondencia: jose.gq@cosamaloapan.tecnm.mx

Resumen: *Esta investigación trata sobre el uso de fibras que se pueden encontrar en la naturaleza y que tienen propiedades adsorbentes las cuales pueden ser utilizados para la recolección de hidrocarburos derramados por las operaciones de perforación y reparación de pozo., En trabajos previos se ha utilizado el bagazo de caña como material adsorbente, sin embargo, en la búsqueda de materiales que se puedan encontrar en la naturaleza y que puedan ser una opción para obtener un producto viablemente comercial, se utiliza la fibra del fruto del árbol conocido como Ceiba Pentandra, con el objetivo de evaluarla mediante la norma ASTM F726-17 Método de prueba estándar para el rendimiento de los adsorbentes para su uso en petróleo crudo y derrames relacionados, las prueba conforme a la norma, se elaboraron en el laboratorio químico del Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan durante el semestre agosto-diciembre 2024.*

Palabras clave: *Ceiba Pentandra, Derrame, Material, Prueba.*

1. Introducción: lo que debemos saber de inicio

Los derrames de hidrocarburos se encuentran presentes en las diversas etapas de perforación de pozos petroleros, este evento no deseado se denomina brote en muchos casos el brote es generado por un manejo deficiente en el uso de los fluidos de perforación, el cual genera una presión hidrostática en el fondo del pozo, cuando esta presión hidrostática es menor que la presión del yacimiento se genera en superficie el aporte de fluidos de la formación hacia la superficie, en ese momento es cuando se presentan los fluidos que aporta el pozo, históricamente los derrames ocurridos costa fuera generan un daño a la flora y a la fauna, de igual forma la afectación de los derrames de hidrocarburos en suelos tienen impactos directos y en ocasiones se requiere de biorremediación de suelos, en ambos escenarios se debe tener presente. Según la NOM-014-ASEA-2022, en su introducción establece que “en la construcción y Mantenimiento de Pozos son consideradas operaciones de alto riesgo debido a su naturaleza y a los materiales utilizados en los procesos, por lo que, de no existir la regulación necesaria en esta materia, se podrían producir impactos negativos al medio ambiente y a los recursos naturales, deteriorando la diversidad biológica y reduciendo con ello los servicios ambientales”

Una vez ocurrido el derrame se debe proceder a la recuperación de hidrocarburos por lo que es necesario utilizar los elementos que delimiten el derrame y posteriormente elegir el método de recolección y separación pertinente. En ese sentido Petróleos Mexicanos en el informe anual (2023). Pag.71 menciona los riesgos críticos ambientales como derrames de hidrocarburos y menciona algunos derrames como el ocurrido en la Terminal de Almacenamiento y Despacho (TAD). Salina Cruz en el sector de ductos Salina Cruz, Derrame de hidrocarburos en el oleoducto de 24” de diámetro, perteneciente al sistema Nuevo Teapa-Madero – Cadereyta, derrame de hidrocarburos en el poliducto de 12” de diámetro y 10” del sistema Madero – Cadereyta, por mencionar algunos, en ese sentido en 2023 en total Pemex presento 1,211 eventos entre fugas y derrames.

Por otra parte, en la página de Greenpeace México (2024). Menciona en su publicación del día 3 de octubre que la comunidad totonaca de Ojital Viejo, ubicada en el municipio de Papantla, Veracruz, lleva 42 días expuesta a un derrame de hidrocarburos causando la muerte de especies nativas y animales domésticos, y la contaminación de pozos artesianos, parcelas de cultivo, y puesto en riesgo la salud e integridad de poblaciones vecinas de los municipios de Papantla y Coatzintla, en el estado de Veracruz, por donde corre el arroyo

contaminado por este derrame, el cual es afluente del Río Cazonos que desemboca en el Golfo de México.

Desde la exploración, perforación, extracción, transporte y procesamiento de los derivados del petróleo se tienen riesgos y cada riesgo debe contar con su debido control, en ese sentido se realiza continuamente la búsqueda de materiales que tengan la propiedad de adsorber hidrocarburos, para ello se requiere el uso de la Norma ASTM-F726-17 Método de prueba estándar para el rendimiento de los adsorbentes para su uso en petróleo crudo y derrames relacionados, con ello se evalúa el comportamiento del material en referencia a la capacidad de adsorción de hidrocarburos y generar una propuesta de barrera que tenga la capacidad de recolectar hidrocarburos derramados al mar, cabe mencionar que en el mercado existen barreras absorbentes con costos elevados, con las pruebas realizadas al fruto del árbol Ceiba Pentandra se han obtenido resultados que superan por mucho a los trabajos previos elaborados con bagazo de caña (*Saccharum Officinarum*).

2. Fundamentos Teóricos: reglas y principios científicos importantes

El proceso mediante el cual ciertos sólidos porosos fijan un gran número de moléculas a sus superficies se conoce como adsorción, como un proceso de separación, la adsorción se utiliza a menudo para la remoción de baja concentración de impurezas y contaminantes de las corrientes fluidas (Smith et al., 2007). “En los procesos comerciales de adsorción, el adsorbente generalmente tiene forma de partículas pequeñas en un lecho fijo, el fluido se hace pasar por el lecho y las partículas sólidas adsorben la sustancia que se desea separar, denominada adsorbato” Rincones, F. (2015).

En cuanto a la recuperación de hidrocarburos con materiales adsorbentes existen trabajos que hacen referencia al uso de bagazo de caña de forma particular se encuentra una patente cubana que muestra un procedimiento de un material absorbente, biodegradable para el tratamiento a residuos y derrames de petróleo y el producto obtenido. De acuerdo con Diaz et al. (2009). En la patente CU23392 generaron procedimientos químicos que derivan en la deslignificación superficial del bagazo de caña aumentando la adsorción por la formación adicional de poros o cavernas tanto en el interior y la superficie de la fibra.

Para Diaz et al. (2018). Existen absorbentes de carácter oleofílicos que se comercializan internacionalmente Productos como. ECOSORB, el material ABSORB LIPOFILICO y un

absorbente industrial base zeolita, que son utilizados para los derrames de hidrocarburos en agua y derrames terrestres.

Para la evaluación de las fibras orgánicas como material adsorbente se utilizó la norma ASTM F726-17 “Método de prueba estándar para el rendimiento sorbente de adsorbentes para petróleo crudo y derrames relacionados” para ello nos referimos a la norma, la metodología inicia como muestra la Figura 1.

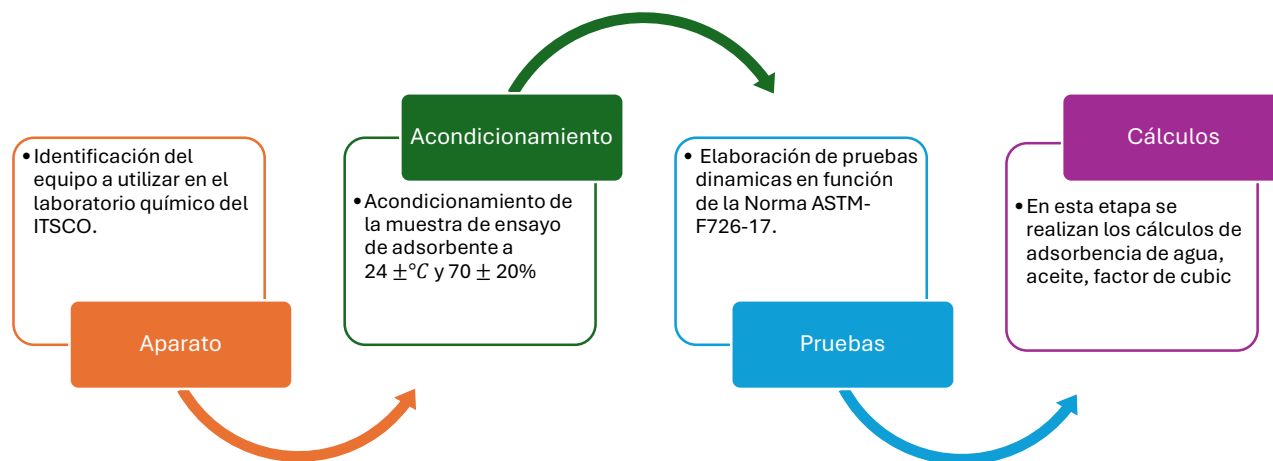


Figura 14. Metodología para evaluar materiales orgánicos.

Obtenido de: elaboración propia.

3. Desarrollo del Trabajo: *aplicando las reglas y principios científicos*

Las pruebas se realizaron en el laboratorio Químico del Tecnológico Nacional de México, campus Cosamaloapan tal como lo indica la metodología se identificó el equipo a utilizar Tabla 1.

Tabla 1. Materiales de laboratorio a utilizar conforme a la Norma ASTM F726-17.

Equipo de laboratorio a utilizar
Báscula granataria.
Vaso de precipitado 1000 ml.
Mesa giratoria marca Velaquin.
Canasta de malla.

Obtenido de: Elaboración propia.

La muestra utilizada fue recolectada en el periodo marzo-abril 2025, se acondicionaron acorde a la metodología, posteriormente se realizaron las pruebas acordes a la norma ASTM F726-17, se utilizó hidrocarburo de 28.2° API, donado por Petróleos Mexicanos en abril de 2024.

Se pesaron 5g de la fibra de kapok (Ceiba Pentandra), posterior a ello, se vertió en cada vaso de precipitado 500ml de agua y se depositó en la mesa giratoria durante 15 minutos a una velocidad de 150 revoluciones por minuto, para después ser decantada y realizar los cálculos correspondientes. En la Figura 2 se observan las muestras previas al proceso de agitación. El proceso se repitió agregando 3 mililitros de aceite y se realizaron los cálculos correspondientes.



Figura 15. Muestra vasos de precipitado en la mesa giratoria previamente añadido 3 ml. de hidrocarburo. Para ser agitados durante 15 min a 150 rpm.

Obtenido de: Elaboración propia.

Para elaborar los cálculos se programó una hoja de cálculo en el software Excel misma que se muestra en, la Tabla 2.

Tabla 7. Resultados de los cálculos obtenidos acorde a la Norma ASTM F726-17 para determinar agua neta adsorbida, adsorción de agua, peso neto del aceite y adsorción del aceite en gramos.

Prueba	Peso inicial	Peso final	Agua neta adsorbida	Adsorción de agua	Peso neto del aceite	Adsorción de aceite	Aceite
1	5	7.34	0.32	0.06	14.27	1.94	
2	5	7.52	0.34	0.07	16.14	2.15	
3	5	7.99	0.37	0.07	10.8	1.35	
4	5	5.34	0.06	0.01	14	2.62	
5	5	5.51	0.09	0.02	13.52	2.45	
6	5	8.5	0.41	0.08	16.79	1.98	
7	5	6.54	0.24	0.05	13.4	2.05	
8	5	5.77	0.13	0.03	13.47	2.33	
9	5	6.16	0.19	0.04	15.54	2.52	
10	5	6.22	0.20	0.04	15.24	2.45	
11	5	8	0.38	0.08	14	1.75	
12	5	9	0.44	0.09	16	1.78	
13	5	8.24	0.39	0.08	15.82	1.92	
14	5	7.2	0.31	0.06	16.92	2.35	
15	5	5.75	0.13	0.03	14.81	2.58	
16	5	7.68	0.35	0.07	16.76	2.18	
17	5	6.29	0.21	0.04	12.87	2.05	
18	5	6.41	0.22	0.04	15.3	2.39	
19	5	6.33	0.21	0.04	12.62	1.99	
20	5	6.82	0.27	0.05	20.64	3.03	

Medio 28.2°API

Obtenido de: elaboración propia.

La Figura 3, muestra un comparativo de pesos derivado de las 20 pruebas realizadas a la fibra kapok, la línea azul denota el peso inicial de la muestra 5 gramos, la línea naranja representa el peso de la muestra después de haber terminado la primera prueba solo con agua, la línea negra, muestra el peso de la muestra de las pruebas realizadas añadiendo 3ml. De aceite con una densidad de 28° API. En tanto que en la Figura 4 se muestra una gráfica comparativa entre la adsorción de agua y la adsorción del aceite.

4. Conclusiones: lo que podemos aprender de este artículo

Conforme a las pruebas obtenidas se observa que el material utilizando (kapok) tiene propiedades útiles para la recuperación de hidrocarburos este material adsorbe agua en bajas proporciones respecto a la adsorción de aceite, por otra parte, la facilidad de encontrar kapok en la zona, junto a las propiedades hidrofóbicas que tiene, la hace un material que puede utilizarse en barreras adsorbentes de hidrocarburo.

La metodología y desarrollo de este están apegados a la Norma ASTM F726-17 la cual nos ayuda a evaluar la capacidad de absorción con un producto que se puede adquirir de manera fácil y es abundante en la región de la Cuenca del Papaloapan, esta fibra se da por temporada el uso que actualmente se le da es el de relleno de almohadas. Como trabajo a futuro se plantea la elaboración de un análisis de la varianza de tres tipos de materiales adsorbentes bagazo de caña, fibra de coco y fibra kapok.

Se agradece al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico por el financiamiento otorgado bajo el proyecto de investigación CP-1111-2057.

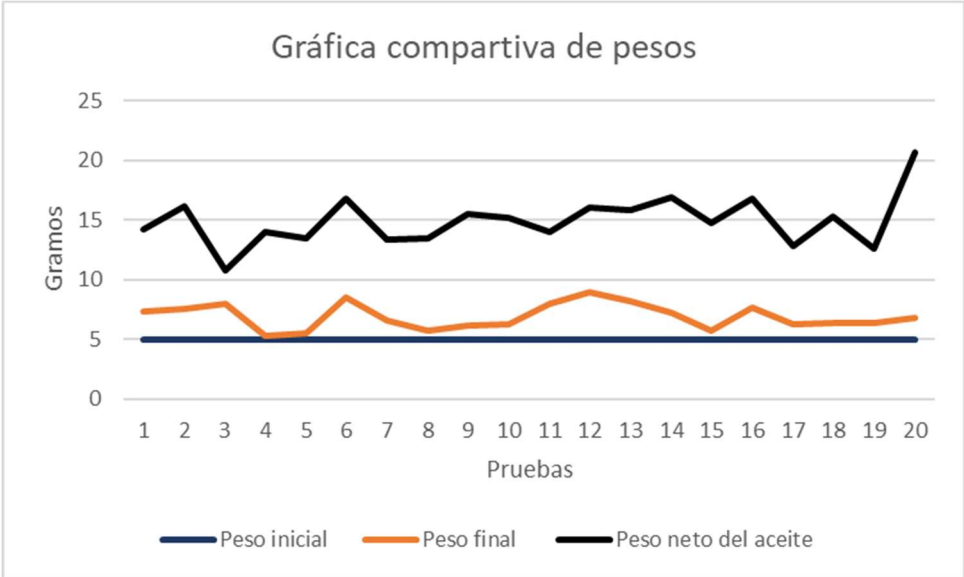


Figura 3. Muestra una comparativa de pesos entre las pruebas con agua y aceite.

Obtenida de: elaboración propia.

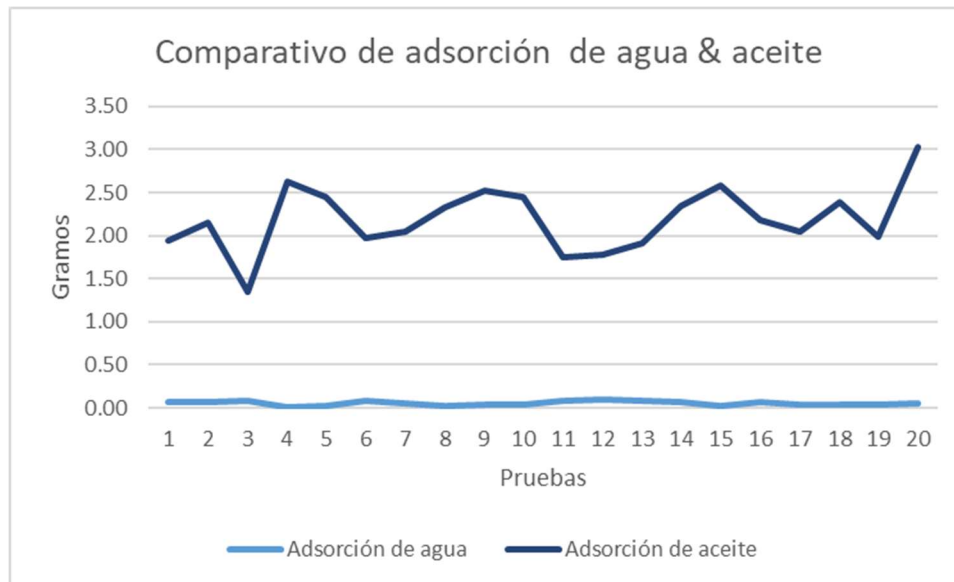


Figura 4. Comparativo de adsorción de agua y aceite.

Obtenido de: elaboración propia.

5. Referencias: *por si quieres seguir conociendo más*

- Agencia de Energía Seguridad y Medio Ambiente. (2022). *NOM-014-ASEA-2022: Especificaciones de protección al medio ambiente para la construcción y mantenimiento de pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales.*
- Díaz-Díaz, Miguel Ángel, Rivas-Trasancos, Lester, León-Barrios, Maydeibys, & Acosta-Sánchez, Jessell. (2018). Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 289-298.
- G. Rodríguez Magda, "Remoción de hidrocarburos totales en suelos contaminados con petróleo mediante residuos de Cachaza y Bagazo de caña de azúcar", *UCV-SCIENTIA*, vol. 9, n.º 1, p. 59–66, mayo de 2017
- Jiménez Moreno, Marcos Andrés, Hernández Barajas, José Roberto, Jiménez Hernández, José del Carmen, & Plazas Quiroga, Juan Gabriel. (2022). Software académico de control de pozos petroleros MAROGA. *Acta Universitaria*, 32, e3407. Epub 24 de octubre de 2022. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3407>
- López, R. (de octubre de 2024). *Pemex, una vez más, responsable de derrame de hidrocarburos que afecta desde hace 42 días a comunidades indígenas de Papantla, tres veces nombrado patrimonio de la humanidad por la UNESCO.*

Pemex. (2023). *Informe Anual*.

https://www.pemex.com/acerca/informes_publicaciones/Documents/Informe-Anual/INFORME_ANUAL_2023.pdf

Rincones Poyer, F., Marfrisi Valladares, S., Danglad Flores, J. Á., & Salazar Palencia, V. (2015). Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 27(3), 441-453.

Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbott, M. M. (1997). *Introducción a la termodinámica en ingeniería química*.

Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents for use on Crude Oil and Related Spills. 1.2021,04.30.