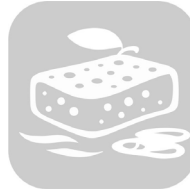


Evaluación cualitativa de la cáscara de naranja como material bioabsorbente para la remoción de hidrocarburos ligeros

RESUMEN: Los derrames de hidrocarburos constituyen una problemática ambiental crítica por sus efectos negativos sobre ecosistemas y comunidades en Veracruz, México. En este estudio se evaluó el aprovechamiento de la cáscara de naranja, un residuo agroindustrial abundante, como materia prima para desarrollar una esponja orgánica capaz de absorber hidrocarburos ligeros. La metodología incluyó la recolección, limpieza, secado y trituración de las cáscaras, seguidos de procesos de moldeado y compactación para obtener diferentes prototipos. Además, se elaboró un modelo alternativo tipo “trenzado”. Los resultados obtenidos cualitativamente en escala alto, medio y bajo, con base en el tiempo de absorción, el tiempo de retención del hidrocarburo y la cantidad de hidrocarburo restante observada en la superficie, evidenciaron que los prototipos compactados no lograron la porosidad ni la estabilidad estructural esperadas, ya que tendieron a separarse al contacto con el agua o el hidrocarburo, alcanzando niveles de absorción promedio medio y bajo. En contraste, las cáscaras secas sin triturar y el trenzado mostraron una absorción rápida y eficiente, manteniéndose en la superficie y reteniendo el contaminante, confirmando su potencial como materiales orgánicos absorbentes. Se concluye que, aunque no es posible obtener una esponja orgánica estable sin el uso de aditivos, la cáscara de naranja en su forma natural sí es un material orgánico eficaz para la remoción general de hidrocarburos ligeros. Se recomienda continuar con el desarrollo de métodos alternativos de conformado y la evaluación de aditivos en mínima proporción para mejorar la estabilidad del producto manteniendo su carácter sustentable.

PALABRAS CLAVE: absorción, cáscara de naranja, esponja orgánica, hidrocarburos.



Colaboración

Jesús Iván Ruiz Simón; Karla Ivette Rodríguez Tlapa; Abel Eduardo Meza Martínez; David Reyes González, María Cristina López Méndez, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

Fecha de recepción: 12 de diciembre de 2025

Fecha de aceptación: 18 de diciembre de 2025

ABSTRACT: Oil spills are a critical environmental problem due to their negative effects on ecosystems and communities in Veracruz, Mexico. This study evaluated the use of orange peel, an abundant agro-industrial waste product, as a raw material for developing an organic sponge capable of absorbing light hydrocarbons. The methodology included the collection, cleaning, drying, and crushing of the peels, followed by molding and compaction processes to obtain different prototypes. In addition, an alternative “braided” model was developed. The results obtained qualitatively at low, medium, and high scales, based on absorption time, hydrocarbon retention time, and the amount of hydrocarbon remaining on the surface, showed that the compacted prototypes did not achieve the expected porosity or structural stability, as they tended to separate upon contact with water or hydrocarbons, reaching medium/low average absorption levels. In contrast, the dry, uncrushed peels and the braided material showed rapid and efficient absorption, remaining on the surface and retaining the contaminant, confirming their potential as absorbent organic materials. It is concluded that, although it is not possible to obtain a stable organic sponge without the use of additives, orange peel in its natural form is an effective organic material for the removal of light hydrocarbons. It is recommended to continue with the development of alternative forming methods and the evaluation of additives in minimal proportions to improve the stability of the product while maintaining its sustainable nature.

KEYWORDS: absorption, orange peel, organic sponge, hydrocarbons.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los derrames de hidrocarburos principalmente en ambientes marinos son una de las principales fuentes de contaminación que provocan severos daños ambientales, económicos y sociales en comunidades costeras [1]. Dentro

de las causas de estos se encuentran las fuentes antropogénicas que incluye a las actividades de transporte marítimo como los accidentes, fallas, incendios, etc. [2][3][4], así como a la extracción de petróleo y gas offshore (reventones, fugas, fallas de infraestructura y refinerías) [3][5]. Mientras que en las fuentes naturales incluyen a los huracanes, terremotos, y las filtraciones que se dan en el fondo oceánico [4][6]. En México, los estados de Veracruz y Tabasco presentan más del 50 % de los eventos registrados, lo que evidencia la magnitud del problema [7]. Como estrategia de mitigación, se emplean materiales capaces de degradar o transformar contaminantes mediante procesos de absorción [8]. Estos pueden clasificarse en sintéticos, naturales de origen inorgánico o naturales de origen orgánico [9]. Aunque los materiales sintéticos son los más utilizados, su elevado costo de producción, dificultades en la disposición final y contribución a la contaminación han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles [10]. Debido a lo anterior, se ha recurrido al uso de materiales de origen orgánico que no son tóxicos ni corrosivos, y que sean activos tras el reciclaje y rentables; entre estos materiales destacan los derivados de residuos agrícolas como las fibras de coco, la corteza del plátano y las cáscaras de naranja [11].

En el ámbito cítrico, la naranja tiene gran importancia a nivel mundial debido a su alta producción [12], sin embargo, su procesamiento en jugo y derivados genera una gran cantidad de bagazo, concretamente cáscaras, residuos de tejidos internos y semillas [13], que, al descomponerse, generalmente en vertederos, contaminan suelos y aguas, lo que ha provocado que en estados como Veracruz se vean seriamente afectados [14]. En particular, gracias a las propiedades que tiene la cáscara, como la celulosa, lignina y limoneno, le dan la cualidad de ser material para la captación de hidrocarburos [11], siendo el limoneno quien posee potentes propiedades disolventes derivados de petróleo [13]. Por lo que su aprovechamiento presenta una alternativa sostenible alineada a los ODS 6, 12, 13 y 14.

Ante este panorama, y con el propósito de responder simultáneamente a la problemática ambiental y al aprovechamiento de residuos agroindustriales, en este estudio se plantea el desarrollo de una esponja orgánica absorbente a base de cáscara de naranja para la remediación de aguas contaminadas por hidrocarburos ligeros en el estado de Veracruz. Esta propuesta busca otorgar un valor agregado al residuo mientras se contribuye a reducir los impactos ambientales asociados. Ver infografía para más información detallada (Anexo A).

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El presente proyecto se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, en el estado de Veracruz.

Método

La metodología empleada se presenta en el diagrama de flujo de la Figura 1, basada en la propuesta por Michael-Igolima et al. (2023). El proceso se dividió en tres etapas principales. La primera correspondió a la recolección y preparación de la cáscara de naranja, contemplando su acondicionamiento para ser utilizada como materia prima. La segunda etapa consistió en la elaboración de la esponja orgánica mediante técnicas de moldeado y compresión, con el fin de obtener prototipos estructuralmente estables. Finalmente, en la tercera etapa se llevó a cabo la evaluación de la capacidad de absorción de los prototipos, de lo contrario se debía ajustar las condiciones iniciales de elaboración, con el propósito de determinar su funcionalidad. En caso de que los resultados fueran desfavorables, se consideró la posibilidad de ajustar y mejorar el proceso.

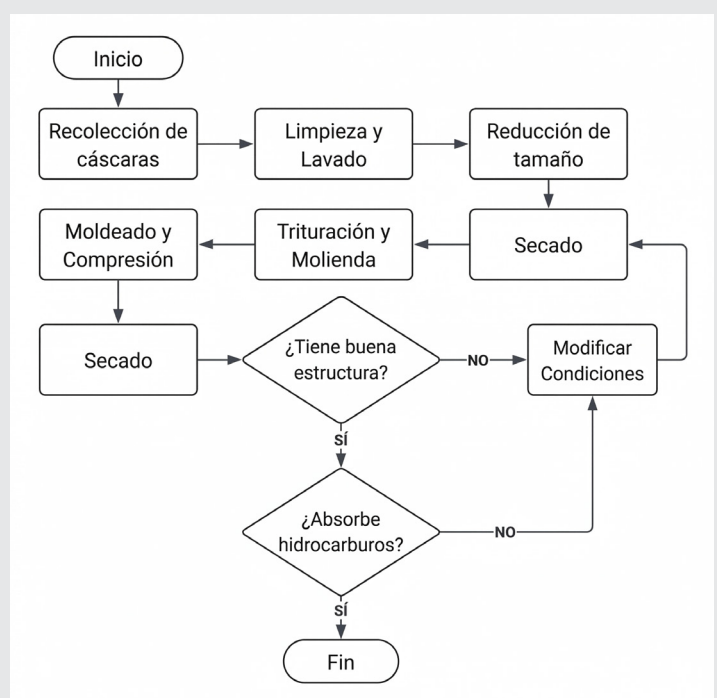


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología empleada. Fuente: Elaboración propia.

Recolección y preparación de la cáscara de naranja para su uso como materia prima absorbente

Se utilizaron cáscaras de naranja dulce de la variedad Marrs (Citrus sinensis), recolectadas en la localidad de Troncones, perteneciente al municipio de Misantla, Veracruz. Las cáscaras fueron sometidas a un proceso inicial de limpieza, durante el cual se retiró la materia orgánica no deseada y se lavaron con abundante agua para asegurar la eliminación de impurezas. Posteriormente, se cortaron 500g en trozos de tamaño medio y se procedió a su secado en un horno de convección marca Ecoshel, modelo 9023A, durante 24 horas a una temperatura de 60 °C. Además de este secado controlado, otras muestras de cáscaras se dejaron reposar a temperatura ambiente durante 5 días con el fin de garantizar una deshidratación uniforme.

Una vez secas, las cáscaras fueron trituradas utilizando un Molino Pulverizador Eléctrico para Granos Secos modelo 800C, obteniéndose partículas de distintas granulometrías (Figura 2). Con el objetivo de elaborar un prototipo adicional, la cáscara triturada fue sometida a un proceso de cribado, en el cual la muestra se hizo pasar por un tamiz No. 50, logrando partículas con un tamaño aproximado de 300 μm .



Figura 2. Recolección y preparación de las cáscaras de naranja.

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de un prototipo de la esponja orgánica absorbente utilizando cáscaras de naranja

Las cáscaras previamente trituradas se colocaron en cantidades de 50 o 100 g dentro de un molde de acero con dimensiones de 10 x 10cm. Posteriormente, se realizó la compactación del material orgánico empleando una prensa hidráulica manual, aplicando una presión de 44.51 MPa para conformar el prototipo. Una vez obtenido el bloque compactado, la esponja orgánica fue retirada cuidadosamente del molde y sometida a un proceso de secado durante 5 minutos, con el fin de estabilizar su estructura y eliminar la humedad superficial (Figura 3). Esto se realizó por duplicado.



Figura 3. Diseño y elaboración de la esponja.

Fuente: Elaboración propia.

Trenzado

Derivado de las modificaciones realizadas a la metodología previamente descrita, se propuso la elaboración de productos alternativos, entre ellos un modelo denominado "trenzado", cuyo proceso de obtención se detalla a continuación (Figura 4).

Las cáscaras fueron sometidas a la eliminación manual del exceso de tejido aún adherido, tras lo cual se lavaron con abundante agua para retirar completamente los residuos de tierra y otras impurezas. Después, utilizando tijeras, las cáscaras se cortaron en forma de tiras uniformes con el fin de facilitar su manipulación. Estas tiras se colocaron en agua hirviendo durante 10 minutos, proceso que permitió ablandarlas y mejorar su flexibilidad para las etapas siguientes. Una vez retiradas del fuego, se escurrieron y se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Cuando alcanzaron la consistencia adecuada, se seleccionaron tres tiras y se procedió a entrelazarlas cuidadosamente para formar una trenza.

Posteriormente, la trenza se enrolló de manera circular para dar forma al prototipo. Esta estructura fue asegurada con hilo y aguja para mantener su cohesión y evitar que se deshiciera durante el secado o la manipulación. Finalmente, las piezas se dejaron secar a temperatura ambiente durante unos minutos para eliminar el exceso de humedad superficial, y posteriormente se colocaron en un horno a 60 $^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas para completar el proceso de deshidratación y estabilización estructural.

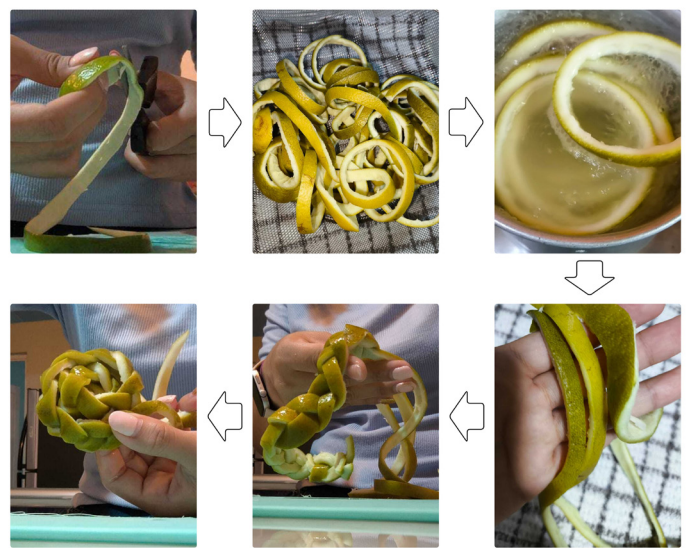


Figura 4. Proceso de trenzado de las cáscaras.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de la capacidad de absorción frente a hidrocarburo ligero en condiciones controladas de laboratorio

Para determinar la estabilidad de la estructura y la capacidad de absorción se realizó una simulación de derrame en un ambiente controlado de laboratorio,

creando una capa de hidrocarburo de 5 mL sobre la superficie de 150 mL de agua (Figura 5a). Para la prueba principal, se preparó una muestra de la esponja orgánica cortando un fragmento de 3 x 3 cm, el cual fue pesado y posteriormente colocado sobre la superficie de la suspensión, dejándolo actuar durante 5 minutos (Figura 5b). Una vez transcurrido el tiempo establecido, la muestra fue retirada del sistema experimental.

Además, se ejecutaron pruebas de absorción en diferentes materiales obtenidos durante el proceso. En primer lugar, se pesaron 5 g de cáscaras secas sin triturar y se sometieron a la misma simulación (Figura 5c). Posteriormente, se pesó el prototipo trenzado y se evaluó bajo las mismas condiciones (Figura 5d). Finalmente, se pesaron 5 g de polvo de cáscara y se aplicó la prueba correspondiente (Figura 5e). Si la evaluación fue desfavorable se modificaron las condiciones iniciales del proceso.

a) Simulación de derrame en laboratorio

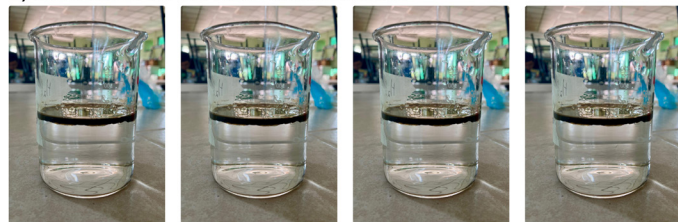


Figura 5. Pruebas de absorción: a) prototipo de esponja b) cáscaras secas sin triturar, c) cáscaras secas trenzadas, y d) polvo de cáscaras secas.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Esta sección se divide en dos apartados, el primero se enfoca en mostrar el resultado del diseño de esponja orgánica a partir de cáscaras de naranja y el segundo apartado presenta el análisis cualitativo del comportamiento de absorción de hidrocarburo ligero, en diferentes configuraciones de interacción material absorbente – hidrocarburo.

Diseño prototipo de la esponja orgánica

En la Figura 6 se presenta uno de los prototipos de esponja obtenidos durante el proceso experimental.

En cuanto a su estructura, los resultados no fueron los esperados. Los prototipos desarrollados mostraron una porosidad limitada, ya que su superficie presentó

un alto grado de compactación que impidió la formación de poros visibles, a diferencia de lo observado en una esponja doméstica convencional. A pesar de esta compactación, los materiales exhibieron una dureza semirrígida que les otorgó resistencia a la rotura, aunque al aplicar presión se percibieron relativamente suaves.



Figura 6. Prototipo de esponja elaborada a partir de las cáscaras de naranja secas.

Fuente: Elaboración propia.

La textura obtenida fue predominantemente rugosa y fibrosa, con la posibilidad de considerarse porosa dependiendo de su capacidad de absorción.

Respecto al color, los prototipos conservaron la tonalidad natural de la cáscara utilizada como materia prima. Tras el procesamiento, se observó una gama de tonos amarillos que variaron ligeramente entre cada muestra. En relación con el olor, el material final presentó un aroma natural con un matiz cítrico tenue, propio del origen del residuo empleado.

Finalmente, el espesor de los prototipos osciló entre 0.5 y 1.0 cm. Este parámetro estuvo determinado directamente por la cantidad de materia compactada y por la presión aplicada durante el proceso de conformado.

Absorción

En la Tabla 1 se presentan los resultados cualitativos, identificando únicamente si los prototipos y las muestras evaluadas mostraron capacidad de absorción del hidrocarburo ligero. Para determinar el nivel de efectividad, se empleó una escala visual de tres categorías: (bajo, medio y alto), tomando en cuenta el tiempo requerido para la absorción, la capacidad de retención del hidrocarburo (HC) y la cantidad de HC observada en la superficie del matraz al finalizar cada prueba.

Alto: absorción rápida con un tiempo de retención mayor a 5 min y disminución de superficie contaminada.

Medio: absorción lenta con un tiempo de retención menor a 5 min y disminución de superficie contaminada.

Bajo: absorción lenta con un tiempo de retención menor a 1 min y superficie totalmente contaminada.

Tabla 1. Resultados de la evaluación de la capacidad de absorción de hidrocarburo ligero en los distintos prototipos y muestras analizadas.

| Muestra | Nivel de absorción |
|--------------------------|--------------------|
| Esponja orgánica | Medio/Bajo |
| Cáscaras secas | Alto |
| Cáscaras secas trenzadas | Alto |
| Polvo de cáscaras | Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

Prototipo compactado y prototipo tamizado: El prototipo de esponja logró absorber el hidrocarburo de manera inicial, encapsulándolo en los poros generados durante el proceso de compactación. No obstante, la absorción fue lenta y la retención insuficiente. Al saturarse, la estructura perdió cohesión y comenzó a descender en el matraz. En contacto con el agua, el material se desintegró, liberando nuevamente el hidrocarburo, lo que compromete su funcionalidad. Estas características coinciden con reportes que señalan que materiales lignocelulósicos altamente compactados pierden permeabilidad y se desestabilizan cuando no se utilizan agentes aglutinantes o tratamientos térmicos específicos [15]. El prototipo elaborado con material tamizado mostró aún menor eficiencia. Su absorción fue mínima y tardía, y la estructura se deshizo rápidamente por su granulometría fina, comportándose de manera similar a materiales vegetales sin cohesión estructural reportados en la literatura [17]. Por estas razones, ambos prototipos se clasificaron con un nivel de absorción medio / bajo.

Cáscaras secas: Las cáscaras sin triturar presentaron una absorción rápida y eficiente, manteniéndose en la superficie incluso después de saturarse. Su flotabilidad y retención del contaminante se explican por su estructura lignocelulósica porosa, rica en celulosa, lignina y limoneno, compuestos asociados a la afinidad oleofílica y a la resistencia mecánica en medios líquidos. Estos resultados coinciden con estudios previos donde la cáscara de naranja se identifica como un absorbente natural de alto rendimiento para hidrocarburos [9][11][15][16]. Por ello se les asignó un nivel de absorción alto.

Cáscaras secas trenzadas: El prototipo trenzado, elaborado también con cáscaras secas, mostró un comportamiento similar al de las cáscaras naturales: absorción rápida, buena retención y flotabilidad. Adicionalmente, la estructura entrelazada generó mayor cohesión, reduciendo la dispersión del material y permitiendo manipulación más eficiente. Con base en lo anterior, se clasificó con un nivel de absorción alto, lo que lo convierte en un subproducto viable para desarrollos futuros.

Polvo de cáscara: Finalmente, el polvo de cáscara presentó una absorción limitada. Su granulometría fina pro-

vocó que el material se hundiera rápidamente, arras-trando consigo una mínima cantidad de hidrocarburo que posteriormente retornó a la superficie al liberar el contaminante. Este comportamiento es consistente con estudios que señalan que partículas extremada-mente finas pierden flotabilidad y capacidad de adhe-sión oleofílica [17]. En consecuencia, su desempeño fue clasificado como bajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Laboratorio de Bioquímica, al Labo-ratorio de Petrolera y al Centro de Ecobaldosas per-tenecientes al Instituto Tecnológico Superior de Mi-santla, por su colaboración y disposición en el uso de los equipos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten establecer que las cáscaras de naranja pueden funcionar como un mate-rial orgánico absorbente para contaminantes, particu-larmente hidrocarburos ligeros. No obstante, su proce-samiento para la elaboración de una esponja orgánica presenta dificultades importantes, especialmente en lo referente a mantener la integridad estructural del mate-rial al entrar en contacto con el hidrocarburo y/o con el agua. Con base en las pruebas realizadas, se concluye que no es posible obtener una esponja orgánica esta-ble bajo condiciones completamente naturales, es de-cir, sin el empleo de algún agente químico o aditivo; aun así, el material conserva cierta capacidad de absorción.

Aunque el prototipo trenzado no constituyó el objetivo principal de este estudio, su comportamiento y carac-terísticas permiten considerarlo como un posible sub-producto. Por ello, se propone continuar con su desa-rrollo para evaluar su potencial como una estructura absorbente tipo esponja. Por otro lado, si bien el polvo de cáscara no mostró efectividad para absorber hidro-carburos ligeros, podría presentar un mejor desempe-ño frente a otros tipos de hidrocarburos, por lo que será necesario realizar pruebas adicionales para determinar su alcance y aplicabilidad.

Recomendaciones: Se recomienda continuar con in-vestigaciones que incluyan diferentes métodos de elaboración e incorporar aditivos en proporciones míni-mas, de manera que se preserve la sustentabilidad del producto final sin comprometer su funcionalidad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Beyer, J., Trannum, H. C., Bakke, T., Hodson, P. V., & Collier, T. K. (2016). *Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill: A review. Marine Pollution Bulletin*, 110(1), 28-51.

[2] Monteiro, C. B., Oleinik, P., Leal, T. F., de Paula Kirinus, E., Júnior, E. E. T., Marques, W., & Lopes, B. C. (2020). *Susceptibility to oil spill spreading using case studies and simulated scenarios. En-*

- vironmental pollution (Barking, Essex: 1987), 267, 115451.
- [3] Abdallah, I. M., & Chantsev, V. Y. U. (2022). Modeling marine oil spill trajectory and fate off Hurgada, Red Sea Cost, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 26(6), 41–61.
- [4] Burgherr, P. (2007). In-depth analysis of accidental oil spills from tankers in the context of global spill trends from all sources. *Journal of Hazardous Materials*, 140(1–2), 245–256.
- [5] Lednicka, B., Otremba, Z., & Piskozub, J. (2023). Modelling the upwelling radiance detected in a seawater column for oil-in-water emulsion tracking. *Scientific Reports*, 13(1), 23098.
- [6] Quigley, C., Brekke, C., & Eltoft, T. (2020). Comparison between dielectric inversion results from synthetic aperture radar co-and quad-polarimetric data via a polarimetric two-scale model. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 60, 1–18.
- [7] Ramírez, P. (2025, 21 marzo). Pemex registra 270 derrames y fugas de alto impacto ambiental de 2018 a 2024. Casa Cultura Media. Recuperado el 02 de octubre de 2025 desde: <https://causanaturamedia.com/es/notas/pemex-registra-270-derrames-y-fugas-de-alto-impacto-ambiental-de-2018-a-2024>
- [8] Ferrera-Cerrato, R., Rojas-Avelizapa, N. G., Poggi-Varaldo, H. M., Alarcón, A., & Cañizares-Villanueva, R. O. (2006). Procesos de biorremediación de suelo y agua contaminados por hidrocarburos del petróleo y otros compuestos orgánicos. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 48(2), 179–187.
- [9] Gheriany, I. A., Ahmad El Saqa, F., Abd El Razek Amer, A., & Hussein, M. (2020). Oil spill sorption capacity of raw and thermally modified orange peel waste. *Alexandria Engineering Journal*, 59(2), 925–932.
- [10] Al-Majed, A. A., Adebayo, A. R., & Hossain, M. E. (2012). A sustainable approach to controlling oil spills. *Journal of Environmental Management*, 113, 213–227.
- [11] Michael-Igolima, U., Abbey, S. J., Ifelebuegu, A. O. & Eyo, E. U. (2023). Modified Orange Peel Waste as a Sustainable Material for Adsorption of Contaminants. *Materials*, 16, 1092.
- [12] Zema, D. A., Calabrò, P. S., Folino, A., Tamburino, V., Zappia, G. & Zimbone, S. M. (2018). Valorization of citrus processing waste: A review. *Waste Management*, 80, 252–273.
- [13] Sharma, K., Mahato, N., & Lee, Y. R. (2018). Extraction, characterization and biological activity of citrus flavonoids. *Reviews in Chemical Engineering*, 35(2), 265–284.
- [14] Galindo-Segura, L. A., Pérez-Vázquez, A., Ramírez-Martínez, A., López-Romero, G., & Gómez-Merino, F. C. (2023). El Manejo del Bagazo de Naranja en la Zona Centro del Estado de Veracruz. *Terra Latinoamericana*, 41, 1–8. e1673.
- [15] Singh, A. K., Ketan, K. & Singh, J. K. (2017). Simple and green fabrication of recyclable magnetic highly hydrophobic sorbents derived from waste orange peels for removal of oil and organic solvents from water surface. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(5), 5250–5259.
- [16] Hernández-San-Juan, C. E., Méndez-Hernández, M. L., Cruz-Rivero, L., Ángeles-Herrera, D. & Hernández-Lorenzo, F. (2021). Desarrollo de un compuesto reforzado con fibra de cáscara de naranja con la metodología Triz. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*. ISSN 2448-8003.
- [17] Doshi, B., Sillanpää, M., & Kalliola, S. (2018). A review of bio-based materials for oil spill treatment. *Water Research*, 135, 262–277.



DERRAMES DE HIDROCARBUROS

CAUSAS Transporte marítimo e infraestructura, fugas en ductos, vaciados ilegales, naufragios, extracción y transporte inadecuado.

Fuentes naturales: huracanes, terremotos y filtraciones naturales.

CONTAMINACIÓN

BARRILES DERRAMADOS 2000-2024

| | |
|-----------|-----|
| 2000-2006 | 288 |
| 2006-2012 | 166 |
| 2012-2018 | 11 |
| 2018-2024 | 15 |

Miles de barriles diarios

Fuente: Centro de Coordinación y Apoyo a Emergencias (CCAEE)

Estados de México con mayor afectación:

VERACRUZ
50.7% TABASCO

En los últimos años han ocurrido graves derrames que han contaminado los diferentes cuerpos de agua cercanos.

CONSECUENCIAS

- Pérdida de biodiversidad
- Impacto en salud, economía y seguridad alimentaria
- Pérdida de la fauna marina

ALTERNATIVAS DE LIMPIEZA ...

LOS MATERIALES ABSORBENTES

Sintéticos

Espumas de Poliuretano

Alto costo de producción
Residuo contaminante
No biodegradables

Inorgánicos

Caña de azúcar
Kapak
Arroz

Reciclables y rentables
No corrosivos
No tóxicos

Orgánicos

Algodón
Cáscaras de frutas

GRAN POTENCIAL

ASÍ NACE

CITRUSPONGE

ESPONJA ABSORBENTE A BASE DE CÁSCARAS DE NARANJA

PARA MITIGAR LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS

BUSCAR SER: **ECONÓMICA, SOSTENIBLE Y BIODEGRADABLE** ALINEADA A LOS ODS

6 AGUA LIMPIA Y SANITARIO

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

13 ACCIÓN POR EL CLIMA

14 VIDA SUBMARINA

LA CÁSCARA DE NARANJA DE DESECHO A INNOVACIÓN

PRODUCCIÓN NARANJAS - 2024

México: +4.8 millones de ton.

| | |
|-----------------|-----------|
| Nuevo León | 264 976 |
| Tamaulipas | 520 467 |
| San Luis Potosí | 373 597 |
| Puebla | 379 102 |
| Veracruz | 2 575 414 |

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola del SIAP 2024

DESTINOS

Consumo doméstico

genera 300 000 TON*

Consumo industrial

40 - 55%

Semillas

10%

CÁSCARAS → **BAJAZO** → **TEJIDOS INTERNOS**

PRODUCCIÓN ANUAL 32 MILLONES** DE TONELADAS

Terminan en rellenos sanitarios, generando problemas de manejo de desechos.

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN

Su estructura fibrosa aumenta la absorción.

Celulosa

[C@@H]1O[C@@H](O[C@@H]2[C@@H](CO)O[C@H](CO)[C@@H]2O)[C@H](O)[C@@H](O)[C@@H]1O

Hemicelulosa

[C@@H]1O[C@@H](O[C@@H]2[C@@H](CO)O[C@H](CO)[C@@H]2O)[C@H](O)[C@@H](O)[C@@H]1O

Lignina

*c1ccc2c(c1)c3ccccc3c2

APROVECHAMIENTO 3 - 5 MG/G

TRANSFORMAR UN RESIDUO ABUNDANTE EN UN RECURSO FUNCIONAL

Fuente: Elaboración propia.