



V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental
Argentina y Ambiente 2023



4º Simposio Iberoamericano de Adsorción

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de un material de origen vegetal para recuperación de derrames de líquidos inflamables

H. Aragón^a y J. F. Mata-Segreda^b

^a Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad de Costa Rica, 11501-2060 Costa Rica.

hazel.aragon@ucr.ac.cr

^b Laboratorio de Biomasa, Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, 11501-2060 Costa Rica.

Resumen

El pinzote de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) y la cascarilla de la semilla de la palma del coyol (*Acrocomia* sp.) fueron evaluados como absorbentes para derrames de combustibles líquidos. El objetivo es minimizar el impacto ambiental que implica el uso de absorbentes minerales y que estas matrices biológicas saturadas con los líquidos puedan ser utilizadas posteriormente como combustible sólido para equipo térmico estacionario. Se midió la rapidez de absorción a 24 °C y desorción a 50 °C, y resultó que el primer material se desempeñó mejor.

Palabras clave: biomasa, aprovechamiento de residuos, *Elaeis guineensis*, *Acrocomia* sp.

Introducción

Los derrames de líquidos inflamables son relativamente frecuentes en el lugar de trabajo y en carretera. El método de recolección más usado es la sorción (absorción/adsorción) con materiales porosos como diatomita¹. Sería de gran utilidad el uso de sorbentes lignocelulósicos, que a la vez puedan ser posteriormente utilizados como combustibles para equipos térmicos estacionarios.

Esto implica, entre otras cosas, que los materiales se caractericen en cuanto a su capacidad de sorción de líquidos y la volatilidad de éstos, impregnados en los materiales porosos.

La disponibilidad de biomasa residual de palma aceitera *Elaeis guineensis* en Costa Rica es bastante amplia: 179 520 t en el año 2015.²

La cáscara de la semilla del fruto del coyol (*Acrocomia* sp.) se utiliza comúnmente como material ornamental para macetas y horticultura.

En este artículo se dan resultados para la absorción y desorción de *jet fuel A-1*, diésel automotriz, gasolina y queroseno comercial. Los resultados se comparan con diatomita.¹

Materiales y métodos

La biomasa residual de palma aceitera (pinzote, molida a tamaño promedio de 2,38 mm) fue obtenida de Palma Tica (Costa Rica). La cáscara de la semilla del fruto de coyol (molida a tamaño promedio de 2,70 mm) fue obtenida de Green Integrated Energies S.A. (Costa Rica).

Jet fuel A-1, gasolina, diésel automotriz y queroseno comercial se obtuvieron de fuentes comerciales. La diatomita se obtuvo de Industrias Mineras S.A., Costa Rica.

Se usó una balanza de secado Ohaus/MB35 y un durómetro Bühler modelo Macromet 5100R, para medir la dureza de la biomasa residual de coyol.

Medición de la volatilidad de los líquidos absorbidos. La cinética de evaporación de líquidos puros es lineal con el tiempo, según lo indica la ecuación de Hertz-Kudsen³:

$$\frac{-dn_{liq}/dt}{Área} = \gamma \frac{P_v(T)}{\sqrt{2\pi MRT}} \quad (1)$$

en donde $P_v(T)$ es la presión de vapor del líquido, M es su masa molecular y RT tiene el significado corriente. γ indica la fracción de moléculas que persisten en la fase gaseosa.

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Como los líquidos en estudio son mezclas de diferentes sustancias, la fase condensada se irá enriqueciendo en los componentes menos volátiles conforme transcurre el proceso de evaporación. Por esta razón, se evaluó la rapidez inicial de evaporación para el secado⁴:

$$r_i = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{-dm/dt}{\text{Área}} \quad (2)$$

Sorción de líquidos por las matrices porosas biomásicas. Se utilizaron frascos de Kubelka, a lo largo de una semana a temperatura media de 24 °C.

Resultados y discusión

Tabla 1. Datos intrínsecos de volatilidad del diésel automotriz, *jet fuel A-1* y queroseno comercial, 50 °C y 87 kPa.

<i>Líquidos combustibles</i>	<i>r_i / g min⁻¹ m⁻²</i>
<i>Jet fuel A-1</i>	5,5 ± 0,3
Diésel automotriz	2,7 ± 0,3
Queroseno comercial	5 ± 1

Tabla 2. Parámetros de secado de biomásas impregnadas, 50 °C y 87 kPa.

<i>Material impregnado</i>	<i>t_{1/2} / min</i>	<i>[1/t_{1/2} x Δm_∞] / min⁻¹ g⁻¹</i>
H₂O / pinzote	19 ± 5	0,021 ± 0,006
H₂O / coyol	17 ± 3	0,03 ± 0,01
H₂O / diatomita	46 ± 12	0,0031 ± 0,0009
Gasolina / diatomita, 24 °C	15,8 ± 0,1	0,0738 ± 0,0005
Diésel / pinzote	6 ± 2	0,6 ± 0,1
Diésel / diatomita	16 ± 3	0,14 ± 0,03
<i>Jet fuel A-1/ pinzote</i>	10 ± 3	0,17 ± 0,06
<i>Jet fuel A-1/ diatomita</i>	61 ± 2	0,010 ± 0,01
<i>Queroseno/ pinzote</i>	14 ± 5	0,12 ± 0,06
<i>Queroseno / coyol</i>	19 ± 3	0,05 ± 0,01
<i>Queroseno/ diatomita</i>	55 ± 3	0,011 ± 0,003

Tabla 3. Absorción de los líquidos por las fibras de pinzote de *Elaeis guineensis*.

<i>Líquido absorbido por la fibra de pinzote</i>	<i>Capacidad de sorción/ (cm³g⁻¹)</i>
Agua	2,5 ± 0,3
Gasolina	2,34 ± 0,03
Diésel	2,8 ± 0,4
Jet fuel A-1	2,1 ± 0,3
Queroseno comercial	2,2 ± 0,1

Tabla 4. Comparación de la sorción de líquidos por las biomásas a 24 °C.

<i>Parámetro de razón de sorción kg/kg</i>	<i>Valor</i>
H₂O pinzote / diatomita	0,32 ± 0,04
H₂O cáscara coyol / diatomita	0,10 ± 0,02
Queroseno comercial pinzote / diatomita	0,9 ± 0,2
Queroseno comercial coyol / diatomita	0,13 ± 0,03



V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental
Argentina y Ambiente 2023



4° Simposio Iberoamericano de Adsorción

Ambiente y Adsorción integrados para la comprensión y solución de problemas específicos

Jet fuel A-1 pinzote / en diatomita	0,8 ± 0,1
Diésel pinzote / diatomita	1,2 ± 0,3

La medición de dureza de la cáscara de la semilla del fruto del coyol dio como resultado (31 ± 2) HRA (durómetro Büehler modelo Macromet 5100R, método de Rockwell⁵). Este índice es comparable a lo observado para láminas delgadas de acero. Se infiere que esta biomasa es muy densa, lo que confiere una baja porosidad volumétrica como lo mostrado en la tabla 4.

Conclusiones

La medición de dureza determinó que la cáscara de la semilla del fruto del coyol presenta alta resistencia a la penetración ($30,5 \pm 1,7$) HRA, brindando indicios de su alta compactación y pobre poder sorbente.

La diferente composición de las dos biomásas con respecto a la diatomita es precisamente lo esperado para ese tipo de materiales.

Se descarta el uso de la cáscara de la semilla del fruto del coyol, ya que presentó menor sorción en comparación a las fibras del pinzote y diatomita.

La rapidez de difusión de los combustibles en el pinzote es de ~10 veces mayor a 50 °C que en la diatomita, posiblemente como resultado de una mayor tortuosidad en el material silíceo, según se observa al considerar los valores de $(t_{1/2} \times \Delta m_{\infty})^{-1}$, para los cuatro líquidos estudiados.

La capacidad de sorción de las fibras de pinzote varía entre $2,1 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ y $2,8 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ para los distintos líquidos estudiados. Estos resultados son mayores que los que exhibe la diatomita y mucho mayores para lo observado de la cáscara de la semilla del fruto del coyol

El pinzote es un absorbente de capacidad similar a diatomita, pero con utilidad posterior.

Referencias

- 1- Alfaro-Vargas A., *La tierra moler o 'diatomita' como sistema de remoción de sustancias químicas en el laboratorio*. Ciencia y Tecnología 25, 83–96 (2007).
- 2- Chacón L. R., Coto O., Flores O. M., *Actualización de la encuesta de biomasa como insumo para su incorporación en la matriz energética de Costa Rica*.
- 3- Rahimi P., Charles W. A. R. D., *Kinetics of evaporation: statistical rate theory approach*. International Journal of Thermodynamics 8, 1-14 (2005).
- 4- Conejo-Barboza G., Mata-Segreda J. F., *Drying kinetics as Tool for the Assessment of Dynamic Porosity of Catalyst-Support Materials*. International Journal of Renewable Energy & Biofuels 2018, 1-10 (2018).
- 5- ASTM A., ASTM E18-03: *Standard test methods for rockwell hardness and rockwell superficial hardness of metallic materials*. Annual Book of ASTM Standards. (2003).