



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO  
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA  
18 al 21 de septiembre de 2018**



# **CUANTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO ABSORBENTE DE HIDROCARBUROS CON SIMULACIÓN DE CAUDAL**

**Tatiana Gómez Martínez, Julieth Daniela Suarez Angarita, Daniela Solarte  
Chicaiza, Jorge Carrillo Velásquez**

**Universidad Militar Nueva Granada  
Cajicá, Colombia**

## **Resumen**

En Colombia el proceso de extracción de arroz genera una gran cantidad de desechos producidos por su cascarilla, causando una contaminación significativa al medio ambiente; en la actualidad, es sometida a quemas generando problemas ambientales y afectando la salud de los seres vivos, debido a los gases emitidos por esta práctica. Para solucionar esta problemática ambiental y darle un uso aprovechable a la biomasa de cascarilla de arroz, se realizó un estudio de la capacidad de absorción que presenta este gracias a su alto contenido de sílice para derrames de hidrocarburos, los cuales son altamente contaminante al ocurrir desbordamientos y derrames producidos por diferentes actividades comerciales e industriales a nivel acuático y terrestre entrando en contacto con los diferentes ecosistemas, afectando al mismo y a las especies que habitan en él. Este estudio se presenta de forma cuantitativa donde se evaluó la efectividad de la cascarilla de arroz en la absorción de diferentes hidrocarburos, a partir de pruebas con diferentes cantidades de masa de cascarilla y diferentes tipos de hidrocarburos mezclados con agua (gasolina y ACPM) con un caudal de 7 ml/s con el fin de simular flujo, obteniendo como resultados una absorción del 90% del hidrocarburo y para el petróleo con un caudal de 13 ml/s se obtuvo una absorción del 50%.

**Palabras clave:** efectividad; cascarilla de arroz; derrames de hidrocarburos

## **Abstract**

*In Colombia, the rice extraction process generates a large amount of waste produced by its husk, causing significant contamination to the environment; At present, it is subjected to burning,*

*generating environmental problems and affecting the health of living beings, due to the gases emitted by this practice. In order to solve this environmental problem and make use of the rice husk biomass, a study of the absorption capacity of this was made thanks to its high content of silica for oil spills, which are highly polluting when overflows occur. and spills produced by different commercial and industrial activities at the aquatic and terrestrial levels, coming into contact with the different ecosystems, affecting the same and the species that inhabit it. This study is presented in a quantitative way where the effectiveness of rice husk in the absorption of different hydrocarbons was evaluated, from tests with different amounts of husk mass and different types of hydrocarbons mixed with water (gasoline and acpm) with a flow rate of 7 ml / s in order to simulate flow, obtaining as a result an absorption of 90% of the hydrocarbon and for oil with a flow rate of 13 ml / s an absorption of 50% was obtained.*

*Keywords: effectiveness; rice husks; hydrocarbons spillage*

## **1. Introducción**

El arroz es consumido por casi la mitad de la población mundial y también es considerado como uno de los alimentos básicos más importantes. (N. Bhullar, 2013)

El continente que más desechos produce en los cultivos de arroz es el continente asiático con una cifra de 667'590.000 toneladas por año, América produce 37'230.000 toneladas anuales (A. Amarasekara, 2014), de las cuales en Colombia se produce 6'282.407 toneladas (E. Hernandez, 2008). Por este motivo es importante encontrarle una aplicación no solo por su desperdicio si no por la contaminación que produce cuando se realizan procesos para el control de este desperdicio, entre este se encuentra la quema a cielo abierto, según un estudio realizado por el instituto Nacional de Estudios Ambientales, (16-2 Onogawa, Tsukuba, 305-8506, Japón), la quema a cielo abierto de cascarilla de arroz produce emisiones atmosféricas de partículas finas. (A. Fushimi, 2017)

La cascarilla de arroz se encuentra en grandes cantidades en la industria molinera en muchas partes del país (A. Areiza, 2003), mediante la investigación de las propiedades absorbentes de este se ha decidido tomar este sustrato orgánico, ya que es liviano y su porcentaje de humedad, el cuales es del 13,1% (A. Fushimi, 2017), es relativamente bajo comparándolo con el de otras materias orgánicas.

Es por ello que se debe evaluar y someter a ciertas pruebas con diferentes hidrocarburos para analizar su comportamiento y eficacia frente a la absorción de estos, esto involucra una solución económica y relativamente breve en pro del medio ambiente.

Desde el comienzo de la industrialización se han aumentado las cantidades de agentes tóxicos y contaminantes al planeta; en los ecosistemas marinos y costeros los compuestos orgánicos como lo son los hidrocarburos aromáticos hacen parte de estos elementos contaminantes. (S. Burgos, 2017); los trabajos más recientes demuestran que las concentraciones más bajas de hidrocarburos pueden provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos. (M. Oliva, 2012), por esto se pretende dar solución a derrames de hidrocarburos por medio de la materia orgánica propuesta optimizando el

uso de esta y a su vez aportando al medio ambiente realizando un estudio de la efectividad de sílice de la cascarilla de arroz para absorber hidrocarburos en derrames de estos en cuerpos de agua.

## 2. Marco Teórico

El total de toneladas anuales de cascarilla de arroz que se generan en Colombia que ascienden a 700000 toneladas aproximadamente. (L. Echarri, 1998)

La cascarilla tiene diferentes usos según la industria, para cama en las avícolas, pesebreras, para flores, alimentos concentrados para animales y productores de compostaje principalmente. Otro uso que está en auge es el reemplazo de esta biomasa por combustible fósiles como el carbón, petróleo y gas (J. Sierra, 2009).

- Comercialización de cascarilla: La actividad principal con este residuo es su recolección, retiro y comercialización de los molinos de arroz ubicados en las zonas del Tolima, Huila, Meta, Villavicencio y Casanare.  
Consiste básicamente en darle buen uso al residuo, satisfaciendo la demanda de las diferentes industrias que la requieren manejando varias presentaciones (pacas de cascarilla, cascarilla cruda y cascarilla quemada)
- Cascarilla como sustituto de combustibles fósiles: Gracias a la realización de un estudio de disponibilidad de biomazas en todo el territorio nacional, se concluyó que una de las biomazas más representativas es la cascarilla de arroz. De acuerdo a ese estudio se concluyó que en Colombia hay mucho potencial de desarrollo de proyectos de sustitución de combustibles en diferentes industrias, como en las plantas de cemento, ladrilleras y tabacaleras, debido a la alta disponibilidad de esta biomasa.  
Estos proyectos de sustitución en la actualidad están en la fase de pruebas en la industria del ladrillo y el tabaco, mientras que en el sector cementero ya se realizó la estructuración del proyecto del mecanismo del Protocolo de Kyoto MDL, para la empresa CEMEX Colombia, el cual ya fue aprobado y registrado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y en la actualidad está en ejecución, gracias al trabajo realizado en conjunto con la empresa CO2 SOLUTIONS. (D. Quiceno, 2010)
- Obtención y utilización de cenizas de alta calidad provenientes de la cascarilla de arroz para uso en el mercado de la construcción: La ceniza de la cascarilla, producto del proceso de la quema controlada, es utilizada como material que sirve como adición para cemento o concreto (Sustituta parcial del *Clinker* en el cemento).

La cascarilla de arroz tiene aproximadamente un 72% de sílice, este valor aumenta en el momento en que esta biomasa se quema dando resultados de hasta 95% de sílice presente en la ceniza de la cascarilla de arroz (V. Della, 2002).

### 3. Metodología

Se recolectó una muestra de aproximadamente 4 kg de cascarilla de arroz, la cual se dejó a temperatura ambiente por una semana. Posteriormente se trituró, hasta alcanzar un tamaño de partícula de tamiz No. 425 Mic ASTM E11.

Con la muestra de cascarilla ya tratada se procedió a realizar pruebas de absorción en agua utilizando diferentes cantidades de masa de cascarilla, se calculó un porcentaje promedio de absorción, luego de esto se realizó diferentes pruebas con las mezclas de hidrocarburos y agua; se sometieron a un proceso de caudal, el cual consiste en hacer pasar la mezcla en un tubo de PVC levemente inclinado, en consecuencia se retiró la parte superior y se agregó la cascarilla previamente pesada y se recalculo el peso de está para así lograr calcular el porcentaje de absorción para los hidrocarburos.

### 4. Resultados

Al construir el montaje experimental se calculó el caudal: 7 ml/s y el ángulo de inclinación: 8° y con este se trabajó el agua (Tabla 1), la mezcla de agua y gasolina (Tabla 2) y la mezcla de agua y acpm (Tabla 3).

	Masa de cascarilla (g)	Masa de agua (g)	Masa de cascarilla después del proceso (g)	% de absorción
1	9,0754	15,8479	10,4278	8,5
2	10,0385	14,9630	11,5104	9,8
3	9,8901	15,2711	11,2976	9,2
Promedio				9,2

Tabla 1. Resultados para las pruebas realizadas con agua

	Masa de cascarilla (g)	Masa de agua (g)	Masa de gasolina (g)	Masa de cascarilla después del proceso (g)	% de absorción de gasolina
1	11,6529	40,5678	6,0765	20,6985	82,2
2	5,0105	15,8965	3,7208	9,7591	84,9
3	10,0749	41,0032	5,8101	19,5293	92,2
Promedio					86,4

Tabla 2. Resultados para las pruebas realizadas en mezcla de agua y gasolina

**CUANTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO ABSORBENTE DE HIDROCARBUROS CON SIMULACIÓN DE CAUDAL**

	Masa de cascarilla (g)	Masa de agua (g)	Masa de acpm (g)	Masa de cascarilla después del proceso (g)	% de absorción de acpm
1	10,1629	38,9240	8,2971	21,9635	95,3
2	5,8130	20,5608	4,1736	11,7610	93,2
3	11,0259	39,7285	7,6016	21,7233	88,5
Promedio					92,3

Tabla 3. Resultados para las pruebas realizadas en mezclas de agua y acpm

Para el petróleo (Tabla 4) se realizó el mismo montaje con caudal de 13 ml/s y 10° de inclinación.

	Masa de cascarilla (g)	Masa de petróleo (g)	Masa de agua (g)	Masa de cascarilla después del proceso (g)	% de absorción de petróleo
1	10,7290	8,4028	42,2044	19,2292	50,9
2	9,6519	7,8604	40,3937	17,6569	50,5
3	12,0032	7,9857	40,9211	20,0834	49,9
Promedio					50,4

Tabla 4. Resultados para las pruebas realizadas en mezclas de agua y petróleo.

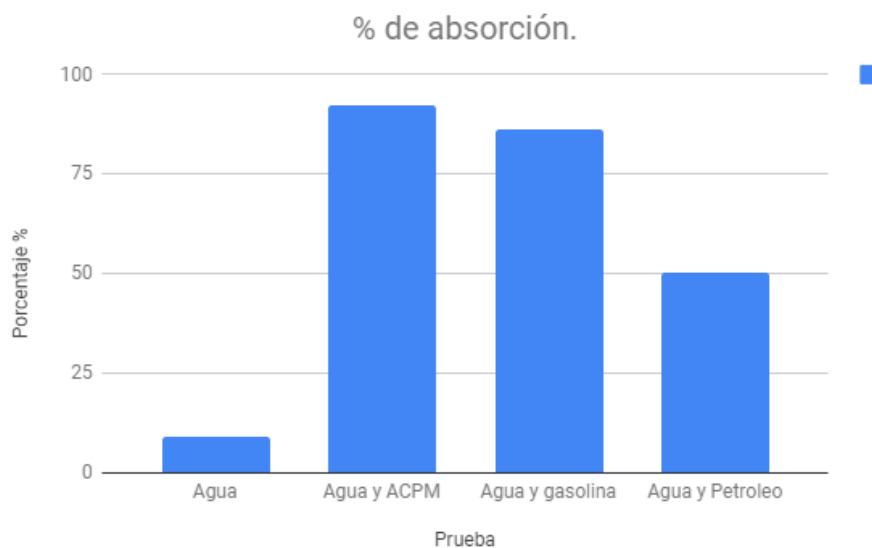


Figura 1. Gráfico de % de absorción de la cascarilla de arroz para las diferentes pruebas.

## 5. Conclusiones

- La cascarilla de arroz presenta propiedades de hasta un 90% para la absorción de distintos hidrocarburos sometidos a experimentación, tales como la gasolina y acpm y de un 50% para el crudo de petróleo.
- La absorción para el crudo de petróleo es menor y esto puede deberse a su compleja estructura ya que es una mezcla de diferentes hidrocarburos.
- Entre menor sea el caudal al cual se trabaje habrá mayor eficiencia en la absorción del hidrocarburo, ya que la cascarilla tendrá más tiempo de actuar.
- La absorción de los hidrocarburos se produce por el alto contenido de sílice que tiene la cascarilla de arroz en su estructura.
- Es necesario continuar con el proyecto de investigación para realizar estandarizaciones a la sílica, dar análisis más exactos y un mayor porcentaje de efectividad en la aplicación del producto final.

## 6. Bibliografía

- N. Bhullar, W. Gruissem, "Mejora nutricional del arroz para la salud humana: la contribución de la biotecnología" *Biotechnol. Adv.*, 31, pp. 50 – 55, (2013)
- Amarasekara, A. S. (2014). *Feedstocks for cellulosic ethanol production. Handbook of cellulosic ethanol* (pp. 47-49). Texas, USA: Scrivener Publishing LLC; Wiley.
- Escalante Hernández, H., Oduz Prada, J., Zapata Lesmes, H. J., Cardona Ruiz, M. C., & Duarte Ortega, M. (2008). *Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia*.
- Fushimi, A., Saitoh, K., Hayashi, K., Ono, K., Fujitani, Y., Villalobos, A., Shelton, B., Takami, A., Tanabe, A and Schauer, J, "Caracterización química y potencial oxidativo de las partículas emitidas por la quema a cielo abierto de las pajas de cereales y la cáscara de arroz en condiciones de llamas y ardor" *Editorial ELSEVIER*, Vol. 163, pp. 118-127. (Agosto 2017).
- A. Areiza, "Estudios de Mercado: Diagnóstico del mercado del arroz en Colombia (2000-2012)". Superintendencia de industria y comercio; Delegatura de Protección de la Competencia, 2003.
- Burgos, S., Navarro, M., Marrugo, J., Enamorado, A and Urango, I. "Polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in the Cispatá Bay, Colombia: A marine tropical ecosystem" *editorial ELSEVIER*, Vol. 120, pp. 379-386. (Julio 2017).
- Oliva, M., Perales, J.A., Gravato. C., Guilhermino L. And Galindo, M.C. "Biomarkers responses in muscle of Senegal sole (*Solea senegalensis*) from a heavy metals and PAHs polluted estuary" *Editorial ELSEVIER*, Vol. 64, pp. 2097-2108. (2012)
- L. Echarri, *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Editorial Teide, Madrid. 1998
- J. Sierra, "Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia." Universidad de Sucre, Sincelejo. 2009
- Contexto ganadero, "Conozca otros usos que se le pueden dar a la cáscara de arroz.", 2016 [Online] Available: <http://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-otros-usos-que-se-le-pueden-dar-la-cascara-de-arroz>

- V. P. Della., I. Kühn. And D. Hotza. "Rice husk ash as an alternate source for active silica production" Editorial ELSEVIER, Vol. 57, pp. 818-821. (2002)

### Sobre los autores

- **Tatiana Gómez Martínez:** Ingeniero ambiental en formación en la Universidad Militar Nueva Granada. [U5400029@unimilitar.edu.co](mailto:U5400029@unimilitar.edu.co)
- **Julieth Daniela Suarez Angarita:** Ingeniero ambiental en formación en la Universidad Militar Nueva Granada. [U5400035@unimilitar.edu.co](mailto:U5400035@unimilitar.edu.co)
- **Daniela Solarte Chicaiza:** Ingeniero ambiental en formación en la Universidad Militar Nueva Granada. [U5400202@unimilitar.edu.co](mailto:U5400202@unimilitar.edu.co)
- **Jorge Carrillo Velásquez:** Químico, Magister en Ciencias, Profesor ocasional de tiempo completo de la Universidad Militar Nueva Granada. [Jorge.carrillo@unimilitar.edu.co](mailto:Jorge.carrillo@unimilitar.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la  
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)