



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago
de Cuba

Cuba

Hernández-Nazario, Lissethy; Benitez-Fonseca, Mabelin; Aguilera-Navarro, Biguin
OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL BIODIESEL
A PARTIR DE ACEITE DE JATROPHA CURCAS L

Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 1, 2018, Enero-Marzo 2019, pp. 1-11

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba

Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358269004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE *JATROPHA CURCAS* L

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BIODIESEL FROM *JATROPHA* *CURCAS* L. OIL

Autores

Lissethy Hernández-Nazario, lhernandez@cies.cu. Teléfono: 672353.¹

Mabelin Benitez-Fonseca, mbenitez@cies.cu. Teléfono: 52077930.¹

Biguin Aguilera-Navarro, baguilar@uo.edu.cu. Universidad de Oriente,
Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Química. Santiago de
Cuba, Cuba.

¹ Centro de Investigaciones de Energía Solar. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

*En el presente trabajo se logró la obtención de biodiesel mediante una reacción de transesterificación entre el aceite extraído de *Jatropha curcas* L. y el metanol, con el empleo de hidróxido de potasio como catalizador. Además, como un subproducto del proceso se obtuvo glicerina. El biodiesel obtenido fue caracterizado química y físicamente a través de los parámetros más comunes para este tipo de compuesto (pH, densidad, viscosidad, índice de refracción y velocidad de corrosión), lo cual coincide con lo reportado en la literatura. Los resultados de los análisis realizados avalan su posible uso como combustible.*

Palabras clave: biodiesel, aceite, alcohol, *Jatropha curcas* L.

ABSTRACT

*In the present work, by a transesterification reaction between the oil extracted from *Jatropha curcas* L. and methanol, using potassium hydroxide as a catalyst, biodiesel was obtained. In addition, as another product of the process, glycerine was obtained. The biodiesel was characterized chemically and physically taking into account the most common parameters for this type of compound (pH, density, viscosity, index of refraction and corrosion rate), coinciding with reported in the literature. The results of the performed analyzes support its possible use as fuel.*

Key words: biodiesel, oil, alcohol, *Jatropha curcas* L.

INTRODUCCIÓN

La sustitución de los combustibles fósiles o tradicionales derivados del petróleo por otros de origen vegetal cobra gran importancia en nuestros días por varias razones fundamentales, como es el hecho de provenir de fuentes renovables, ser instrumentos de lucha contra el deterioro medioambiental, además de un factor de desarrollo de la agricultura y la industria. Lo anterior se relaciona con el cambio climático, los altos precios y la disminución de las reservas de petróleo, que se vinculan a su vez con el aumento de la demanda de energía, lo cual ha derivado hacia la nueva era de la industria energética con los biocombustibles (Silenzi y Rabe, 2003).

Los biocombustibles son alcoholes, éteres, ésteres y otros compuestos químicos, producidos a partir de la biomasa de plantas herbáceas y leñosas, residuos de la agricultura y actividad forestal; así como de grasas, tanto de origen vegetal como animal.

Dentro de los biocombustibles se encuentra el biodiesel, considerado como el combustible del futuro. Se puede usar puro o mezclado y se obtiene por el proceso de la transesterificación de los aceites vegetales.

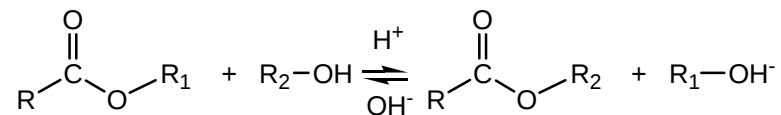
El biodiesel es un combustible líquido renovable, no contaminante ni tóxico y biodegradable. Este éster se produce principalmente a partir de diferentes tipos de aceites vegetales, como los de soja, colza, girasol, y de grasas animales; también se puede extraer de otras plantas, como la palma africana, el cocotero, el maní (Scholz & Nogueira, 2008; Garibay, Vázquez, Sánchez, Serrano y Martínez, 2009; Janaun & Ellis, 2010); así como de semillas de plantas o algas oleaginosas y de aceites reciclados usados en cocinas, con bajo contenido de azufre y libre de aromáticos; puede remplazar parcial o totalmente el combustible diesel tradicional con aplicaciones como biocombustible de segunda generación (Makkar & Becker, 2009; Pandey *et al.*, 2012).

La fabricación de biodiesel (alcoholéster de ácidos grasos) es sencilla y no requiere de economías de escala: se parte de un aceite vegetal nuevo o de descarte (ya cocinado), que se somete a un proceso llamado transesterificación;

como resultado se obtiene biodiesel y un subproducto genéricamente conocido como glicerol.

La transesterificación es el proceso químico que mejores resultados ha demostrado para acercar las propiedades del aceite vegetal a las del combustible fósil. No es más que convertir un éster en otro. El método consiste en la reacción entre un triglicérido contenido en el aceite o grasa animal y un alcohol ligero (Leung, D.Y.C., Wu, & Leung, M. K., 2010), como producto se obtiene glicerina y ésteres derivados del ácido graso de partida (Dias, Alvim-Ferraz & Almeida, 2008; Demirbas, 2008; Sharma, Singh & Upadhyay, 2008).

En la siguiente fórmula se representa el proceso de transesterificación de un éster.



En la búsqueda de combustibles menos contaminantes, el uso del aceite de piñón botija (*Jatropha curcas* L.) tiene beneficiosos resultados ambientales y técnicos y representa una gran oportunidad de desarrollo para zonas áridas y empobrecidas. Como resultado del proceso se obtiene biodiesel y un subproducto genéricamente conocido como glicerina. El uso de *J. curcas* con este propósito contribuye a la reducción de la competencia existente hoy entre los países en desarrollo, así como entre el hombre y los animales por la harina de soya, el maíz, etc. como fuentes predominantes de proteínas y carbohidratos.

El objetivo de la investigación fue la obtención de biodiesel mediante una reacción de transesterificación entre el aceite extraído de *Jatropha curcas* L y el metanol, con el empleo de hidróxido de potasio como catalizador, y su posterior caracterización.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima utilizada para los experimentos de obtención del biodiesel fue aceite vegetal (Fig. No. 1) obtenido de la semilla de la planta *Jatropha curcas* L.



Figura 1. Aceite vegetal

Obtención de biodiesel a partir del aceite de Piñón botija

Para la obtención del biodiesel se siguió la técnica descrita en la literatura (Sánchez y Huertas, 2012), que tiene en cuenta la cantidad de catalizador, agitación, tiempo y temperatura. Para ello, se mezcló inicialmente 45mL de metanol con 1.7g de hidróxido de potasio, se le añadió 100 mL de aceite de piñón botija y se agitó vigorosamente durante una hora. Esta mezcla se dejó reposar durante 24 horas para lograr la separación de dos fases: una de biodiesel y otra de glicerina.

Posteriormente, se separó el biodiesel y se lavó con diferentes porciones de agua destilada hasta que la fase acuosa quedó transparente.

Caracterización físico-química del biodiesel

Los análisis físico-químicos realizados fueron los característicos para este tipo de compuesto, teniendo en cuenta la literatura consultada y trabajos anteriores sobre el tema de investigación.

Los métodos de análisis se relacionan a continuación:

- pH
- Densidad (ICONTEC, 2002_a)
- Índice de refracción (ICONTEC, 2002_b)
- Corrosión (ASTM D130-10)

- Viscosidad (Prohías, 1989)

La evaluación como biocombustible fue realizada en el laboratorio de la Refinería Hermanos Díaz de Santiago de Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La obtención de biodiesel se logró mediante una reacción de transesterificación entre aceite y alcohol (Fig. No. 2), con hidróxido de potasio como catalizador. Para este proceso se siguió la técnica descrita en la literatura (Sánchez y Huertas, 2012), en la cual ya aparecen definidos los parámetros operacionales adecuados (temperatura, tiempo de reacción, concentración del catalizador, agitación, entre otros).



Figura 2. Obtención del biodiesel, separación de las fases

Los valores promedios obtenidos para estos dos productos se representan en la Tabla 1. También se representan los valores reportados para el biodiesel en estos análisis.

Tabla 1. Análisis y comparación de los productos obtenidos a partir de metanol

Análisis	Biodiesel		
	Metanol lavado	Metanol sin lavar	Reportado
pH	6	9.1	6 - 8.4 (EN 14214, 2003) (Medina, 2005) (Pandey <i>et al.</i> , 2012)
Densidad (g.cm ⁻³)	0.8725	0.8717	0.820- 0.9176 (Medina, 2005) (Sánchez y Huertas, 2012)
Viscosidad relativa	3.8102	3.4913	4.66 (EN 14214, 2003)
Índice de refracción	1.448	1.446	1.462 (Sánchez y Huertas, 2012)
Velocidad de corrosión (mg.h ⁻¹)	0	0	1 A (EN 14214, 2003) (Conceição, 2007) (Sánchez y Huertas, 2012)

En los análisis realizados al biodiesel lavado y sin lavar se observan pequeñas diferencias, aunque siempre dentro del rango, si se compara con los valores reportados en la literatura. Sin embargo, con respecto al pH hay un incremento en el biodiesel sin lavar. Esto se debe a posibles reacciones de saponificación en el proceso, que permiten un ligero aumento del mismo. El lavado del biodiesel elimina en la fase acuosa cualquier impureza o jabón formado, de ahí la disminución del mismo en casi tres unidades. Con respecto a la velocidad de corrosión, según técnica empleada, se observa que no hay ningún efecto del biodiesel sobre la lámina de cobre.

Es bueno señalar que las características del biodiesel varían ligeramente según el aceite del que proceda. La variedad de la materia prima, el clima y el suelo donde se cultive son factores que influyen en las propiedades de esta materia prima y a su vez en el biodiesel que se obtiene (Scholz & Nogueira, 2008; Garibay *et al.*, 2009; Janaun & Ellis, 2010).

En la siguiente tabla se resumen los resultados de las determinaciones realizadas en la Refinería Hermanos Díaz.

Tabla 2. Caracterización del biodiesel en la Refinería Hermanos Díaz de Santiago de Cuba

Determinación	Biodiesel obtenido	Límites Diesel*		Límites Biodiesel**	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Densidad a 15 ⁰ C (g.cm ⁻³)	0,8900	0,815	0,865	0,860	0,900
Color	0,5	-	3,5		
Viscosidad cinemática a 40 ⁰ C (cSt)	5,39	1,6	5,3	3,70	5,80
Contenido de azufre (% m/m)	0,0	-	0,5	-	0,01
Contenido de agua (% v/v)	0,30	-	0,05	-	0,05
Destilación (°C)				-	-
Temp. inicial	319	Reportar			
10 % recobrado	323	Reportar			
50 % recobrado	332	235	300		
90 % recobrado	336	-	360		
Temp. final	337	Reportar			
Residuo de microcarbón (% m/m)	0,0235	-	0,1	-	0,3
Punto de inflamación (°C)	> 110	45	-	100	-
Índice de cetano	51,0	43	-	51	-
Corrosión al cobre 3h a 50 ⁰ C	1a	-	2	-	Clase 1

*Unión Cuba-Petróleo (CUPET) (2009). *Catálogo de Especificaciones de Combustibles y Solventes*.

**Características del biodiesel (Especificaciones de calidad) (EN 14214, 2003).

Como puede observarse, los resultados arrojados en las determinaciones de densidad y viscosidad son mayores que en el diesel, aunque cumple con lo especificado en la norma consultada en cuanto a las características del biodiesel,

aspecto corroborado por la literatura (Sánchez y Huertas, 2012). Es necesario aclarar que los biocombustibles se utilizan formando mezclas con el diesel, con lo cual los valores de densidad y viscosidad pudieran ajustarse a lo especificado por las normas del diesel.

Teniendo en cuenta el valor obtenido en la determinación de azufre, es posible señalar que es mucho menor que el contenido de azufre del diesel (0,8 % diesel normal y 0,5 % diesel especial); por tanto, se infiere que las emisiones de SO_2 del biocombustible son casi nulas y su combustión es mucho más efectiva, debido al superior contenido de oxígeno que presenta con respecto al diesel. Las emisiones de compuestos hidrocarbonados también son reducidas en el biodiesel, no siendo así con los óxidos de nitrógeno. El biodiesel emite un 4.7 % más de CO_2 que el diesel, pero la mayor parte del mismo es capturado por las plantas durante su etapa de crecimiento, por lo que su contribución al efecto invernadero es poco significativa y de manera general se reduce el esmog potencial.

El resultado obtenido en la determinación de corrosión al cobre se encuentra dentro de la norma, tanto para el diesel como para el biodiesel. Esto evidencia la ausencia de sustancias corrosivas, tales como ácidos o compuestos azufrados, que pueden deteriorar algunas partes de los sistemas de inyección de combustible fabricadas en cobre, latón o bronce (PNTC 100/04; ASTM D130-10).

La destilación a presión atmosférica muestra que el biodiesel obtenido presenta un rango de ebullición de 19°C , el cual es muy estrecho si se compara con el rango del diesel normal, (130°C) aproximadamente; este aspecto concuerda con la literatura, la cual plantea que la destilación no está recogida en las especificaciones del biodiesel debido al tamaño reducido del rango de temperatura (EN 14214, 2003). De este resultado puede inferirse que el producto obtenido puede considerarse puro; además, puede decirse que presenta una composición menos compleja que el diesel normal. Este aspecto se justifica por el resultado de la determinación de residuos de microcarbón, valor que está por debajo de lo especificado para el diesel y el biodiesel; lo cual corrobora que los motores que lo usan se mantienen limpios y lubricados más tiempo que los otros.

El punto de inflamación es más alto que el diesel y se encuentra dentro de lo especificado para el biodiesel. Como puede apreciarse, este alto valor de ignición,

unido a las características de destilación, reduce el peligro de explosiones por emanaciones de gases durante el almacenamiento; por lo que puede garantizarse un manejo más seguro en la manipulación, transporte y almacenamiento del combustible (Canakci, 2007).

El valor obtenido del índice de cetano muestra que es superior al diesel normal y se encuentra dentro de lo normado para el biodiesel. Esto es indicativo de que el biodiesel no requiere de la adición de compuestos antidetonantes, por lo que las emisiones derivadas de compuestos aromáticos policíclicos y sus nitroderivados son reducidas. Un bajo valor del índice de cetano significa baja calidad de ignición de un combustible diesel y puede conducir al fenómeno denominado “golpeteo diesel”, que se presenta por un pico de presión consecuencia de un alto tiempo de retardo en el inicio de la combustión. Un combustible con alta viscosidad no será pulverizado adecuadamente por los sistemas de inyección que poseen los motores diesel de inyección directa modernos (Benavides, Benjumea y Pashova, 2007). Ambos parámetros están dentro de la norma para el uso del biodiesel obtenido como combustible.

Estos análisis fueron realizados sobre porciones de ensayos de la muestra previamente desecada, puesto que el contenido de agua de la misma se encuentra por encima de lo especificado por la norma. Además, el alto valor de humedad que presentó el biodiesel obtenido está dado por la presencia del grupo—OH en su estructura, el cual le confiere un carácter higroscópico al formar puentes de hidrógeno con el agua. Asimismo, el biodiesel puede absorber hasta 40 veces más agua que el diésel, la cantidad depende de la solubilidad de esta en el biodiesel y de cómo se manipule el biocombustible (Sánchez y Huertas, 2012).

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo y caracterizó el biodiesel. Estos resultados son comparables con los reportados en la literatura consultada.
2. Los resultados de los análisis realizados al biodiesel avalan su posible uso como combustible, ya que se encuentran dentro de las especificidades del diesel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society of Testing Materials (ASTM) D130-10. *Standard Test Methods for Corrosiveness to Copper from Petroleum Products by Copper Strip Test*. United States.

Benavides, A., Benjumea, P. y Pashova, V. (2007). El biodiesel de aceite de higuera como combustible alternativo para motores diesel. *Grupo Combustibles Alternativos*. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 74(153), 141-150.

Canakci, M. (2007). Combustion characteristics of a turbocharged DI compression ignition engine fueled with petroleum diesel fuels and biodiesel. *Bioresource Technology*, 98, 1167–1175.

Conceição, M., Candeia, R., Silva, F., Bezerra, A., Fernandes, V. & Souza, A. (2007). Thermoanalytical characterization of castor oil biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 964-975.

Demirbas, A. (2008). Comparison of transesterification methods for production of biodiesel from vegetable oils and fats. *Energy Conversion and Management*, 49, 125-130.

Dias, J. M., Alvim-Ferraz, M. C. & Almeida, M. F. (2008). Comparison of the performance of different homogeneous alkali catalysts during transesterification of waste and virgin oils and evaluation of biodiesel quality. *Fuel*, 87, 3572-3578.

EN 14214 (2003). *Características del biodiesel (Especificaciones de calidad)*. Recuperado de <http://www.biodiesel-uruguay.com/articulos/normas/Norma-Europea-EN14214.pdf>

Garibay, A., Vázquez, R., Sánchez, M. P., Serrano, L. y Martínez, A. (2009). Biodiesel a partir de microalgas. *BioTecnología*, 13(3), 38-61. Recuperado de http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2009_3/Biodiesel.pdf

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (2002_a). *Grasas y aceites animales y vegetales. Método de la determinación de la densidad (masa por volumen convencional). Norma Técnica Colombiana NTC 336*. Bogotá D.C.: El Instituto.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (2002_b). *Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de refracción. Norma Técnica Colombiana NTC 289*. Bogotá D.C.: El Instituto.

Janaun, J. & Ellis, N. (2010). Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 1312-1320.

Leung, D.Y.C., Wu, X. & Leung, M. K. (2010). A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Applied Energy*, 87, 1083-1095.

Makkar HPS & Becker, K. (2009). *Jatropha curcas*, a promising crop for the generation of biodiesel and value-added coproducts. *Eur J Lipid Sci Technol*, 111(8), 773-787.

Medina, S. (2005). *Obtención de un poliol a partir de la hidroxilación de aceite de soya epoxidado* (Informe final Asignatura Planta Piloto). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química. Bogotá, Colombia.

Pandey, V. C., Singh, K., Singh, J. S., Kumar, A., Singh, B. & Singh, R. P. (2012). *Jatropha curcas*: a potential biofuel plant for sustainable environmental development. *Renew Sustain Rev.*, 16(5), 2870-2883.

Proyecto de Norma Técnica Colombiana (PNTC 100/04). *Biodiesel para uso en motores diesel. Especificaciones*.

Prohías, J. (1989). *Manual de Laboratorio de Coloideoquímica*. UH.

Sánchez, I. y Huertas, K. (2012). Obtención y caracterización de biodiesel a partir de aceite de semillas de *Ricinus communis* (higuerilla) modificadas genéticamente y cultivadas en el eje cafetero (Trabajo de grado Químico Indust.). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3048/1/6626S211.pdf>

Scholz, V. & Nogueira, J. (2008). Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. *Biomass and Energy*, 32, 95-100.

Sharma, Y. C., Singh, B. & Upadhyay, S. N. (2008). Advancements in development and characterization of biodiesel. *A review Fuel*, 87, 2355-2373.

Silenzi, M. y Rabe, A. E. (2003). Biocombustibles y productos de alto valor agregado agroindustriales. Recuperado de <http://www.secyt.gov.ar/>

Unión Cuba-Petróleo (Cupet) (2009). *Catálogo de especificaciones de combustibles y solventes*.

Recibido: marzo de 2017

Aprobado: noviembre de 2017