

## Elaboración y caracterización físico-química de biodiesel a partir de aceite de girasol utilizando un reactor modelo DL BIO30

### Elaboration and physical-chemical characterization of biodiesel from sunflower oil using a model reactor DL BIO30

PEREZ-SANCHEZ, Armando\*†, RODRÍGUEZ-SEDANO, Isaac Francisco, DELGADO-RENDÓN, Rene y HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, Emilio

*Universidad Autónoma de Baja California*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Armando, Perez-Sanchez / ORC ID: 0000-0002-4429-0631, CVU CONACYT ID: 312279

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Isaac Francisco, Rodríguez-Sedano / ORC ID: 0000-0003-1823-4203

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Rene, Delgado-Rendón / ORC ID: 0000-0002-5504-3513, CVU CONACYT ID: 217938

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Emilio, Hernández-Martínez / CVU CONACYT ID: 900190

Recibido: 22 de Octubre, 2018; Aceptado 05 de Diciembre, 2018

#### Resumen

Este trabajo muestra los resultados de investigación de la obtención de biodiesel a partir de aceite nuevo de girasol utilizando un reactor semiautomatizado modelo DL BIO30 capacidad de 30 litros especializado para la generación de biodiesel. Se utilizó el método de transesterificación y se indican las cantidades de reactivos utilizados en la elaboración del biocombustible. Se caracterizaron algunos de los parámetros fisicoquímicos del biodiesel, tales como densidad, viscosidad, punto de ebullición, punto de inflamación, índice de acides y se compararon con lo establecido en la norma ASTM D6751-8 la cual hace referencia al desempeño y parámetros que garantizan la calidad y comportamiento de un biocombustible. Se concluye con el desarrollo de la metodología para la fabricación de biodiesel, cantidades de reactivos utilizados para un proceso de 10 litros de aceite en donde se obtuvo un rendimiento de 80 % biodiesel- 20% glicerina, así como las propiedades de PH, densidad, punto de inflamabilidad y viscosidad del biodiesel al 100%.

**Biodiesel, Transesterificación, Parámetros Físico-Químicos**

#### Abstract

Present work shows the results of investigation about the biodiesel obtaining from new sunflower oil using a semiautomatized reactor model DL BIO30 with 30 liters capacity, this reactor is specialized for biodiesel production. The transesterification method was used to the biodiesel production and the quantities of reagents used in the production of biofuel are indicated. Some of the physicochemical parameters of biodiesel were characterized, such as density, viscosity, boiling point, flash point, acid index and also were compared with the established standard in the ASTM D6751-8 which refers to the performance and parameters that guarantee the quality and behavior of biofuel. It was determined the development of a methodology for the manufacture of biodiesel, quantities of reagents used in a process for 10 liters of sunflower oil and efficiency obtained of 80% biodiesel- 20% glycerin, and measured properties such as PH, density, point of flammability and viscosity for fuel 100% biodiesel.

**Biofuel, Reactor, Transesterification, Physicochemical Parameters**

**Citación:** PEREZ-SANCHEZ, Armando, RODRÍGUEZ-SEDANO, Isaac Francisco, DELGADO-RENDÓN, Rene y HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, Emilio. Elaboración y caracterización físico-química de biodiesel a partir de aceite de girasol utilizando un reactor modelo DL BIO30. Revista de Ingeniería Biomédica y Biotecnología. 2018. 2-6: 11-15

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: armando.perez.sanchez@uabc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer

## Introducción

En las últimas décadas una de las medidas que se ha ido implementando es la utilización de biocombustibles como sustituto al diesel que presenta como principales ventajas: disminución de gases tales como CO, CO<sub>2</sub>, NOX, SO<sub>2</sub>, el funcionamiento del motor de combustión interna base diesel sin cambios significativos en sus componentes para su funcionamiento, reutilización de aceites usados de cocina, etc. (Mortaza y Ayhan, 2016)

Estudios realizados han mostrado que un motor diesel operado con mezclas diesel-biodiesel reducen los gases de combustión dañinos para el medio ambiente, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, hidrocarburos aromáticos y partículas sólidas. Así como la vida útil del motor al utilizar este biocombustible. (Medina, Chávez y Jáuregui, 2012)

Esta investigación se centra en la creación de biodiesel a partir de aceite de girasol y la obtención de los parámetros fisicoquímicos de densidad, viscosidad, punto de inflamabilidad y PH utilizando un reactor semiautomatizado DLBIO30, para ser comparados con los normalizados por la ASTM D6751-8 referente al biodiesel. (ASTM, 2010)

## Marco teórico

### Cambio climático

Al pasar el tiempo los fenómenos meteorológicos como los huracanes y oleajes han ido en aumento, cada vez son más costosos los desastres que estos ocasionan y una hipótesis de este incremento es por el cambio climático. Dicho cambio climático es producido por los gases de efecto invernadero que son producidos por cualquier dispositivo que utilice combustibles fósiles o sus derivados para brindar energía a un proceso. (Molina, 2018)

### Biodiesel

El biodiesel es un sustituto líquido muy similar en sus características al diesel, es una mezcla de ésteres de ácidos grasos, donde el grupo alquilo es típicamente metilo o etilo, obtenidos a partir de materias primas de base renovable, como los aceites vegetales, aceite de fritura.

El biodiesel puro es biodegradable, no tóxico y esencialmente libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar significativamente el alcohol y el aceite vegetal que se utilice en la reacción de transesterificación. (Medina y Ospino, 2011)

### Transesterificación

La transesterificación de aceites vegetales o también nombrada alcoholisis es aquel en cual una molécula de triglicérido, componente mayoritario en un aceite, reacciona con alcohol y bajo la acción de un catalizador produce una mezcla de ésteres de ácidos grasos y glicerina. (Castellar, Angulo y Cardozo, 2014)

### Experimentación

Para poder elaborar el biodiesel se necesitaron los siguientes reactivos y reactantes que se muestran en la tabla 1. Así como las máquinas y equipo necesario para su obtención (ver tabla 2).

Material	Cantidad
Aceite de girasol	10 lts.
NaOH	40 g.
Metanol	2 lts.

**Tabla 1** Reactivos y reactantes para la elaboración del biodiesel

*Fuente: Elaboración Propia*

Reactor De Lorenzo DL BIO30
Agitador magnético con calefactor
Matraz redondo
Densímetro
Papel pH
Vaso de precipitado

**Tabla 2** Máquinas y herramientas utilizadas

*Fuente: Elaboración Propia*

### Metodología

Para la creación del biodiesel se utilizó un reactor semiautomatizado marca De Lorenzo DL BIO30 (ver figura 1), con una capacidad de 30 litros, el cual es de uso exclusivo para la obtención de biodiesel a través del proceso de transesterificación, contando con tanques de acero inoxidable, para contener el aceite, agua y alcoholes necesarios para dicho proceso, así como un sistema de bombeo hidráulico para el movimiento del fluido en las tuberías.

Cuenta además con una serie de válvulas y ductos adecuados para la obtención de la glicerina y subproductos que se obtienen al elaborar biodiesel. Para su manejo es sencillo ya que el equipo cuenta con una caratula electrónica donde se pueden modificar los parámetros de operación del equipo según sea la necesidad del usuario, (ver figura 2), valores como temperaturas, tiempo de mezclado en el tanque de reacción, etc.



**Figura 1** Reactor semiautomatizado modelo DeLorenzo DL BIO30

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 2** Caratula de operación del reactor

Fuente: Elaboración Propia

### Proceso de elaboración del biodiesel en el reactor

Se colocaron los 40 gr. de Hidróxido de Sodio junto con los 2 litros de metanol en el matraz, el cual fue apoyado en una plancha de agitación y calefacción que realizó el mezclado a una temperatura y tiempo aproximados de 60 °C y 10 min, ver figura 3.



**Figura 3** Mezclado de Hidróxido de Sodio con metanol

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se observó una mezcla homogénea de los catalizadores (mezcla hidróxido de sodio y metanol), se colocó en el tanque correspondiente en el para los reactivos o catalizadores, ver figura 4.



**Figura 4** Colocación de la mezcla en tanque para reactivos

Fuente: Elaboración Propia

Se colocan los 10 lts. de aceite de girasol en el tanque correspondiente del reactor, ver figura 5.



**Figura 5** Tanque correspondiente para colocar el aceite de girasol

Fuente: Elaboración Propia

Se abre la válvula para el tanque de mezclado donde ocurre el proceso de transesterificación, ver figura 6.



**Figura 6** Apertura de la válvula para realizar el mezclado

Fuente: Elaboración Propia

Se separa la glicerina del biocombustible donde posteriormente es lavado con agua, ver figura 7.

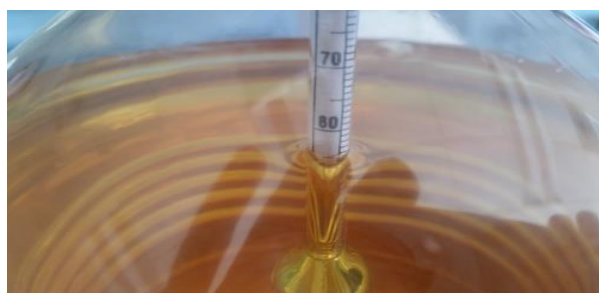


**Figura 7** Lavado y separación de la glicerina del biodiesel  
Fuente: *Elaboración Propia*

## Obtención de los parámetros fisicoquímicos

### Densidad

Uno de los parámetros más importantes en un combustible es densidad, debido a la importancia en la combustión, dicho valor se obtuvo utilizando un densímetro, ver figura 8.



**Figura 8.** Medición de la densidad del biodiesel.  
Fuente: *Elaboración Propia*

### Acidez (pH)

El deterioro espontáneo de grasas y de aceites se mide con la acidez, que son los ácidos grasos libres, en este caso el origen de la acidez es de carácter hidrolítico que es por la presencia de agua en el biodiesel. (Grompone, 2011). Para esta prueba se utilizó el rollo de papel pH, al cual se realizaron dos pruebas las cuales arrojaron un valor idéntico de 7 (el cual es considerado como neutro), ver figura 8.



**Figura 9** Escala de pH

Fuente: <https://www.ecovidasolar.es/blog/ph-en-el-cuerpo-y-ph-en-el-agua/>

### Viscosidad

Los posibles inconvenientes que se pueden presentar en combustibles muy viscosos es la de una combustión incompleta, la formación de depósitos carbonosos en boquillas de inyectores, mayor presión en inyección, mayor volumen de combustible inyectado, etc. (Jachmanián, 2011)

El cálculo de la viscosidad se mide con un viscosímetro de Ostwald en donde la fuerza impulsora es la gravedad.

Para obtener este parámetro se requiere del valor del tiempo que tardo en vaciarse el fluido del contenedor calibrado, ver tabla 3.

Prueba	Tiempo (s)	Viscosidad (m <sup>2</sup> /s)
1	16.34	8.19
2	15.75	6.12
3	15.35	4.9
4	15.29	4.55
Promedio	15.68	5.88

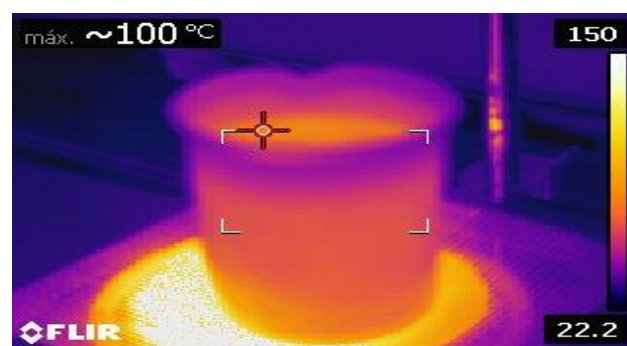
**Tabla 3** Obtención de la viscosidad promedio del biodiesel

Fuente: *Elaboración Propia*

### Punto de inflamabilidad

Para que exista una combustión completa y aprovechar al máximo la energía química en la cámara de combustión, es necesario conocer el punto de inflamabilidad del biodiesel.

Dicho parámetro se obtuvo colocando el biodiesel en un vaso de precipitado y a su vez apoyado en una plancha eléctrica, ver figura 8.



**Figura 10** Captura de punto de inflamabilidad tomada por cámara termográfica

Fuente: *Elaboración Propia*

Se obtuvo de igual de forma que con la cámara termográfica el punto de inflamabilidad, pero esta vez utilizando termopares en un multímetro, ver figura 9.





**Figura 11** Punto de inflamabilidad del biodiesel

Fuente: *Elaboración Propia*

Se realizó una serie de mediciones utilizando distintos equipos para obtener el valor promedio de la temperatura, ver tabla 4.

Equipo	Temperatura (°C)
Termopar	210.00
Termómetro laser	205.00
Cámara termográfica	213.00
Promedio	209.33

**Tabla 4** Medición de la temperatura de inflamación del biodiesel

Fuente: *Elaboración Propia*

## Resultados obtenidos

Propiedades	Aceite de girasol refinado
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	0.913 ± 0.07
Viscosidad (m <sup>2</sup> /s)	5.88
Punto de inflamabilidad (°C)	209.33
pH	7.00

**Tabla 5** Propiedades fisicoquímicas obtenidas del biodiesel

Fuente: *Elaboración Propia*

## Conclusiones

Tener en cuenta un combustible alternativo al actual es una medida importante y además necesaria, ya que los precios cada vez son más elevados y los niveles de contaminación en la actualidad son mayores que en generaciones pasadas. Se pudo crear biodiesel de calidad respetando los parámetros fisicoquímicos normalizados, tales como viscosidad que presentó un valor de 5.88 mm<sup>2</sup>/s, el cual se encuentra dentro de la norma que recomienda un valor de 1.9 a 6.0 mm<sup>2</sup>/s, así como la densidad que arrojó un resultado aproximado de 913 kg/m<sup>3</sup>, alejándose un poco de la norma ASTM D445 que maneja valores dentro de 860 a 900 kg/m<sup>3</sup>.

De igual forma se obtuvo para el punto de inflamación una temperatura aproximada de 209.33 °C, la cual se encuentra dentro de lo normado por la ASTM D93 que menciona que dicho punto no debe ser menor que 120 °C y por último un valor de 7 neutro para el índice de acidez del biocombustible.

## Referencias

[1] Aghbashlo M., Demirbas A. Biodiesel: hopes and dreads. *Biofuel Research Journal* 10 (2016) 379. DOI: 10.18331/BRJ2016.3.2.2 Iliana Ernestina Medina Ramírez, Norma Angélica Chávez Vela, Juan Jáuregui Rincón. (2012). Biodiesel, un combustible renovable. *Investigación y ciencia.*, 55, 62-70, 2012., 9. 2018, De Universidad Autónoma de Aguas calientes Base de datos.

[2] Mauricio Andres Medina Villadiego, Yesid Antonio Ospino Roa. (2011). Evaluación de un proceso para obtener biodiesel usando tecnologías combinadas a partir de aceites residuales. *Tecnologías limpias, programa de ingeniería química*, 136. 2018, de Universidad de Cartagena Base de datos.

[3] G.Castellar, E.R.Angulo, B.M.Cardozo, "Transesterification vegetable Oils using Heterogeneous catalysts", *Prospect*, Vol 12, N° 2, 90-104, 2014.

[4] Mario Molina. (2018). Propuesta en materia de cambio climático. *Centro Mario Molina*, 3, 5. 2018, De Centro Mario Molina Base de datos.

[5] Dra. María Antonia Grompone. (2011). Biodiesel. 2018, de Maestría en Energía (Facultad de Ingeniería) Sitio web: [https:// www.fing.edu.uy/archivos/biodiesel/clase-2.pdf](https://www.fing.edu.uy/archivos/biodiesel/clase-2.pdf)

[6] Dr. Iván Jachmanián. (2011). Propiedades del biodiesel. 2018, de Curso de Biodiesel. Maestría en Energía. Facultad de Ingeniería Sitio web: [https:// www.fing.edu.uy/archivos/biodiesel/clase-9.pdf](https://www.fing.edu.uy/archivos/biodiesel/clase-9.pdf)

[7] American Society for Testing and Materials (ASTM) Standard D6751. Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels. ASTM, West Conshohocken, PA.