

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE VEGETAL USADO

Acosta-Mendoza, Pedro Antonio (1), Riesco-Ávila, José Manuel (2), Flores-Patiño, Emma Edith (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [pedroacosta01_@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [riesco@ugto.mx]

RESUMEN

En éste trabajo se hizo la caracterización del biodiesel elaborado a partir de aceite vegetal usado mediante el método de transesterificación utilizando un sólo tipo de catalizador (Hidróxido de Potasio) con una relación molar entre alcohol y aceite (6:1) y un porcentaje de catalizador (1% respecto al aceite). Con estas condiciones se obtuvo un rendimiento de 99% en la conversión aceite a biodiesel.

ABSTRACT

In this work the characterization of biodiesel was made from waste vegetable oil by the transesterification method using a single type of catalyst (Potassium Hydroxide) with a molar ratio between alcohol and oil (6:1) and a percentage of catalyst (1% with respect to oil). Under these conditions a performance of 98% was obtained in the oil conversion to biodiesel.

Palabras Clave

Biodiesel; Transesterificación; Aceite vegetal usado.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la investigación y el desarrollo de actividades relacionadas con el transporte han hecho hincapié en el desarrollo de un transporte eficiente, limpio y seguro. Vehículos eléctricos, híbridos y de pilas de combustible han sido propuestos para sustituir los vehículos convencionales en un futuro próximo. Por otro lado, el uso de combustibles alternos, llamados biocombustibles, en los motores actuales es también una alternativa para reducir el uso de combustibles fósiles.

En años recientes los biocombustibles han tenido un gran desarrollo y se pronostica que constituirán un porcentaje importante de abastecimiento de la energía primaria que actualmente es útil para la humanidad.

Los biocombustibles son combustibles de origen biológico obtenidos de manera renovable a partir de restos orgánicos. Entre las fuentes de los biocombustibles, están la biomasa proveniente de cultivos como caña de azúcar, maíz, sorgo, yuca y otros, usada para producir etanol; los aceites provenientes de palma africana, soya, higuera, Jatropha curcas, colza y otras plantas, utilizados para producir biodiesel; y residuos de origen animal, vegetal, humano, agroindustriales, forestales y cultivos acuáticos, para producir biogás [1].

El biodiesel es un combustible que se obtiene por la reacción de transesterificación de un triglicérido, proveniente de aceite animal o vegetal, con un alcohol, típicamente metanol o etanol, para formar ésteres metílicos o etílicos [2,3].

El proceso de conversión de aceite vegetal a biodiesel es un proyecto importante debido a que se contribuye al aprovechamiento de aceites vegetales usados y de este modo se reutiliza un producto que normalmente es desechado después de ser utilizado en los hogares.

En este trabajo se realiza la elaboración y caracterización de biodiesel a partir de aceite vegetal usado, mediante el método de transesterificación utilizando Hidróxido de Potasio como principal catalizador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este proyecto se usó como materia prima el aceite vegetal usado ya sea de canola, soya o girasol el cual fue obtenido de la cafetería de la misma universidad donde se realizó el proyecto.

El aceite vegetal fue primeramente filtrado al vacío utilizando un papel filtro cuantitativo N°4, el cual permite retener sólidos contenidos en el aceite de hasta 25µm, y para facilitar el filtrado, el aceite se calentó a una temperatura de 80°C durante 10 minutos para así disminuir la viscosidad, así como eliminar el agua contenida en el aceite.

Una vez filtrado el aceite, procedimos a la caracterización del mismo y para esto se siguieron las Normas Mexicanas (NMX) y/o las normas internacionales ISO, ASTM y EN.

Bajo estas normas se determinaron las siguientes propiedades:

Densidad (NMX-F-075-SCFI-2012/ISO 6883-2017)

Viscosidad (ASTM D445).

Índice de acidez (NMX-F-101-SCFI-2012/ISO 660:2009/ASTM D664).

Índice de saponificación (NMX-F-174-SCFI-2014/ISO 3657:2002/ASTM D5558).

Índice de yodo (NMX-F-152-SCFI-2011/ISO 3961:2009/EN 14111).

Para la obtención del biodiesel a partir de aceite vegetal usado, se consideraron 8 parámetros, cinco de los cuales son constantes. En la Tabla 1 se presentan dichos parámetros y sus respectivos valores.

Tabla 1: Parámetros para la obtención de biodiesel.

Parámetro	Valor
1. Aceite vegetal usado	200 ml
2. Tipo de Alcohol	Metanol
3. Temperatura	60 °C
4. Velocidad de agitación de la reacción	600 rpm

5. Tiempo de la reacción	2 horas
6. Relación molar alcohol:aceite	6:1
7. Catalizador	KOH
8. Porcentaje de catalizador	1,0 %

Los parámetros que no fueron modificados para este estudio se definieron con base en lo investigado. El alcohol seleccionado fue metanol, ya que dentro de sus propiedades se encuentra que es el alcohol de cadena más corta y es polar, además de ser económico [4]. La temperatura de reacción se fijó en 60 °C, pues la temperatura de evaporación del metanol es de 65 °C [5]. La velocidad de agitación de la reacción se fijó en 600 rpm y el tiempo de reacción fue de 2 horas.

Para realizar la reacción de transesterificación se utilizó un reactor de vidrio que tiene capacidad de 250 ml, además de tener una chaqueta de calentamiento para controlar la temperatura de la reacción, mediante un baño con control de temperatura y equipado con dos boquillas en la tapa: una para permitir el ingreso de la solución de catalizador-alcohol y la otra para ubicar un condensador con el fin de evitar la pérdida de metanol. La agitación se hizo usando una plancha de agitación magnética y sin calentamiento.

En la Imagen 1 se muestra el montaje que se usó para la obtención del biodiesel, mediante la reacción de transesterificación.



IMAGEN 1: Montaje para la producción de biodiesel

Transcurridas las 2 horas de la reacción de transesterificación, se detiene la agitación para realizar la separación del biodiesel y la glicerina. El

biodiesel (fase liviana) y la glicerina (fase pesada), se separan colocando la mezcla en un embudo de decantación, como se muestra en la Imagen 2.



IMAGEN 2: Separación del biodiesel y la glicerina

El proceso de separación de las dos fases tuvo una duración de 24 horas y una vez separado el biodiesel, se realiza un proceso de purificación para retirar los posibles residuos de metanol, glicerina y catalizador [6,7] en el biodiesel.

Agregando agua destilada en un volumen igual a un tercio del volumen de biodiesel, se agitó y se dejó de nuevo en el embudo de decantación hasta que las fases se separaran, para después eliminar la fase acuosa. El proceso se repitió hasta alcanzar un valor de pH del agua de lavado aproximadamente neutro. En la Imagen 3 se muestran los tres lavados realizados.



a) Primer lavado b) Segundo lavado c) Tercer lavado

IMAGEN 3: Etapas de purificación del biodiesel

Una vez terminado el proceso de purificación, el producto se calentó a 110 °C para así evaporar el agua que podría contener éste y finalmente ya deshidratado, se almacenó a baja temperatura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Imagen 4 se presenta el biodiesel que se obtuvo.



IMAGEN 4: Biodiesel purificado obtenido

A continuación, se muestra la Tabla 2 que representa los valores obtenidos en la caracterización del aceite vegetal usado.

Tabla 2: Propiedades del Aceite vegetal usado

Propiedad	Valor	Especificación	Fuente
1. Densidad a 20°C [g/ml]	0,9026	0,96	ASTM-D1298
2. Viscosidad cinemática a 40 °C [mm ² /s]	22,61	50	ASTM-D445
3. Índice de Acidez [mg KOH/g]	0,41	1,24	[8]
4. Porcentaje de Acidez [%]	0,92	0,98	[9]
5. Índice de Saponificación [mg KOH/g]	84,76	No reportado	ASTM-D5558

6. Índice de Yodo [g I ₂ /100 g]	121.8	118-141	[10]
--	-------	---------	------

Se puede observar en la Tabla 2 que los valores obtenidos corresponden o son cercanos al rango de valores establecidos por las normas para el aceite virgen. Puede llevarse a cabo el proceso de elaboración de biodiesel en dos etapas: esterificación (conversión de ácidos grasos en metilésteres) y transesterificación (conversión de triacilglicéridos en metilésteres). El criterio para realizar la reacción en dos etapas es el porcentaje de ácidos grasos libres, que debe ser superior al 1,0% [11].

En el caso de la caracterización del biodiesel se realizó el procedimiento para la obtención de densidad y viscosidad establecido por la Norma EN 14214:2008, la cual establece los requerimientos y métodos de prueba para combustibles automotrices.

A continuación, se muestra en la Tabla 3 el rendimiento del biodiesel obtenido respecto al aceite vegetal usado.

Tabla 3: Rendimiento del biodiesel obtenido

Catalizador [% m/m]	Rel. molar	Aceite [ml]	Vol. Final de Biodiesel [ml]	Rendimiento [%]
1,0	6:1	200	196	98

Como se puede observar en la Tabla 3, el rendimiento, aunque es cercano no es del 100% lo cual puede ser debido a los restos del biodiesel que pueden quedar en las probetas durante el proceso de medición del volumen final obtenido, sin embargo, es un buen rendimiento pues como se observa, sólo 4ml de aceite se perdieron en el proceso de conversión aceite vegetal a biodiesel.

Para la caracterización del biodiesel se llevó a cabo un proceso similar al que se hizo para el aceite y de este modo se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación en la Tabla 4.

Dichos valores son el resultado de los 3 ensayos que se realizaron en cada medición de los parámetros.

Tabla 4: Propiedades del Biodiesel obtenido a base de aceite vegetal

Ensayo	Densidad [g/ml]	Viscosidad [mm ² /s]	Poder Calorífico [kJ/kg]
1	0,866	4,55	40 317
2	0,863	4,52	40 289
3	0,868	4,53	40 287

En la Tabla 4 puede observarse que los valores en cada uno de los 3 ensayos realizados varían por muy poco al ser comparados, esto se debe a que fueron realizados de la misma muestra de biodiesel obtenido y los valores concuerdan en su mayoría con los establecidos por la Norma EN 14214:2008.

CONCLUSIONES

Es posible generar biodiesel a partir de aceite vegetal usado en base a las siguientes condiciones: catalizador KOH al 1% m/m con una relación molar metanol: aceite 6:1, en la reacción de transesterificación no se generó jabón y el glicerol se retiró fácilmente con el lavado, obteniendo así un rendimiento de 98% de biodiesel respecto al aceite.

Los resultados obtenidos en la elaboración de este trabajo concuerdan con los establecidos por las normas utilizadas tanto para la caracterización del aceite como para el biodiesel.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca, así como a sus respectivos Laboratorios de Termofluidos y Química por el apoyo de material y equipo de trabajo para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Martínez Jiménez, A. Biocombustibles biotecnológicos. *Ide@s CONCYTEG*, Año 4, Núm.54, 1198-1215, 2009.
- [2] Dias, J.M., Alvim-Ferraz, M.C., Almeida, M.F. Comparison of the performance of different homogeneous alkali catalysts during transesterification of waste and virgin oils and evaluation of biodiesel quality. *Fuel*, vol. **87**, pp. 3572-3578, 2008.
- [3] Demirbas, A. Comparison of transesterification methods for production of biodiesel from vegetable oils and fats. *Energy Conversion and Management*, vol. **49**, pp. 125-130, 2008.
- [4] Ma, F., Hanna, M. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*, vol. **70**, pp. 1-15, 1999.
- [5] Perry, R., Green, D. *Manual del Ingeniero Químico*. Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España, 2001.
- [6] Predojević, Z.J. The production of biodiesel from waste frying oils: A comparison of different purification steps. *Fuel*, vol. **87**, pp. 3522-3528, 2008.
- [7] Atadashi, I., Aroua, M., Aziz, A. Biodiesel separation and purification: A review. *Renewable Energy*, vol. **36**, pp. 437-443, 2011.
- [8] Holtmark, B., Mæstad, O. Emission trading under the Kyoto Protocol, effects on fossil fuel markets under alternative regimes. *Energy Policy*, vol. **30**, no. 1, pp. 207-218, 2002.
- [9] Anastasi, C., Hudson, R., Simpson, V.J. Effects of future fossil fuel use on CO₂ levels in the atmosphere. *Energy Policy*, vol. **18**, no. 10, pp. 936-944, 1990.
- [10] Hoekman, S. K., Robbins, C. Review of the effects of biodiesel on NO_x emissions. *Fuel Processing Technology*, vol. **96**, pp. 237-249, 2012.
- [11] Helwani, Z., Othman, M., Aziz, N., Fernando, W., Kim, J. Technologies for production of biodiesel focusing on green catalytic techniques: A review". *Fuel Processing Technology*, vol. **90**, num. 12, pp. 1502-1514, 2009.