

Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible

GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania^{†*}, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro

Universidad Tecnológica de Durango

Recibido 2 de Abril, 2017; Aceptado 19 de Junio, 2017

Resumen

La producción de biodiesel a partir de aceites vegetales, ha tomado gran importancia en la industria de los biocombustibles, dado que el uso de fuentes renovables en el mundo responde a intereses ambientales, tecnológicos, económicos y sociales. La presente investigación, está orientada a la producción de biodiesel a partir del uso de aceite comestible de canola al 100%. Se establecieron las condiciones de operación del proceso considerando el hidróxido de potasio (KOH) en diferentes niveles de concentración como catalizador, en combinación con alcohol etílico al 96% (v/v) para el proceso de esterificación y transesterificación; las muestras se agitaron por un período de 3 h a temperatura ambiente y a 40°C, después se dejaron reposar por 24 h y se procedió a la etapa de decantación y lavado del producto final. El rendimiento promedio de transesterificación fue de 50%, empleando KOH 3% (p/v) a 40°C, la humedad promedio fue de 0.05% y el valor promedio de pH fue igual a 7. Se recomienda utilizar el hidróxido de potasio en la producción de biodiesel a escala industrial, dado su alto porcentaje de efectividad en el proceso de transesterificación.

Biodiesel, hidróxido de potasio, transesterificación

Citación: GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro. Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible. *Revista de Ingeniería Tecnológica* 2017. 1-2:13-16

Abstract

Biodiesel production from edible vegetable oils has become important for biofuel industries due to the usage of renewable energy sources, which responds to environmental, economic, social and technological concerns. This work is oriented to biodiesel synthesis from pure canola oil. Transesterification and esterification operation conditions were established considering potassium hydroxide (KOH) as catalyst at different concentration and ethanol 96% (v/v); all the samples were stirred for 3 h at two temperatures: room temperature and 40 °C. Samples were allowed to rest for 24 h and then were decanted and purified. Transesterification average yield is 50% using KOH 3% (p/v) at 40 °C, average humidity was 0.05% and a pH value was 7. It is recommended to use KOH and industrial scale because of its effectiveness in transesterification processes.

Biodiesel, potassium hydroxide, transesterification

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: utdurango@utd.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La principal fuente de energía a nivel mundial y en México son los combustibles fósiles, sin embargo su uso y explotación han traído consigo problemáticas ambientales, sociales y económicas, tales como la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), aumento en el precio del petróleo, así como conflictos de orden político entre los países, cuyo principal origen refiere al crecimiento demográfico y a la industrialización a nivel global.

Por lo anterior, los usos de fuentes renovables como el aire, el sol, la biomasa para la producción de energía adquiere cada día más importancia. Particularmente los biocombustibles presentan una relevancia en la industria del petróleo, dado que pueden sustituir al gas butano, a la gasolina y al diésel de origen fósil. El bioetanol es un biocombustible que se producen en gran escala en países como Estados Unidos y Brasil, así mismo el biogás ha sido utilizado en Alemania y Reino Unido; Sin embargo, el Biodiesel es el biocombustible que presenta menor porcentaje de emisión de GEI, generados en el proceso de combustión, este se obtiene a partir de la reacción de esterificación y transesterificación de aceites vegetales y animales, los cuales reaccionan con alcoholes de baja densidad en presencia de un catalizador de tipo homogéneo o heterogéneo. En la presente investigación, se utilizó hidróxido de Potasio (KOH), el cual está clasificado como básico homogéneo. Este tipo de catalizador proporciona velocidades de reacción mayores a los catalizadores heterogéneos, sin embargo se debe tener control de la temperatura y la cantidad de catalizador utilizada. Los más comúnmente utilizados son el hidróxido de sodio (NaOH) y el hidróxido de potasio (KOH), pero el uso de este último presenta la ventaja de que la glicerina producida es menos tóxica.

El hidróxido de potasio, fue utilizado en tres diferentes concentraciones, 1, 3 y 5 % (p/v), diluidas en alcohol etílico al 96%. Estas soluciones fueron mezcladas por un tiempo de tres horas a temperatura ambiente y a 40°C, posteriormente se dejaron reposar por un periodo de 24 horas, luego se realizó la separación de los productos finales y se procedió a la etapa de lavado y secado, finalmente se determinaron el porcentaje de transesterificación y el rendimiento en todas las muestras analizadas.

Dentro del proceso de caracterización de biodiesel se midió el porcentaje de humedad, el pH, y se analizó el contenido de metales pesados mediante MP-AES, cuyo método proporciona la digestión ácida de la muestra en un dispositivo de recipiente cerrado, usando control de temperatura de calentamiento por microondas.

Objetivo

Estudiar la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible

Desarrollo

a) Producción de Biodiesel

Se seleccionó aceite de canola como materia principal para la producción del biodiesel y se continuó con el siguiente proceso:

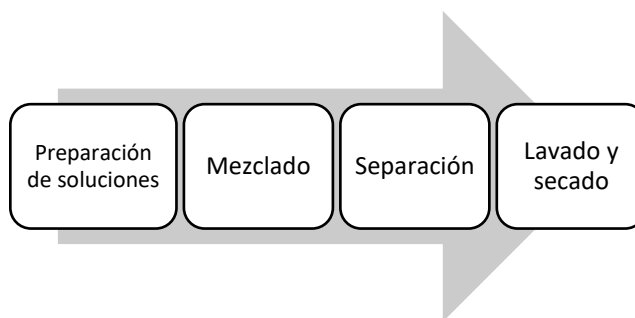


Figura 1 Proceso de producción de biodiesel

Se realizaron los siguientes cálculos estequiométricos:

Peso molecular del etanol	46 kg/kmol
Gramos de etanol	2.38 g
Densidad	0.833 Kg/L
Moles de aceite	965 kg/kmol

Tabla 1 Cálculos molares

Se procedió a realizar las diluciones de etoxido, considerando 20 g de aceite comestible virgen en tres niveles de concentración de KOH (1, 3, 5) % p/v, con tres repeticiones, para generar la reacción de transesterificación, como a continuación se muestra:

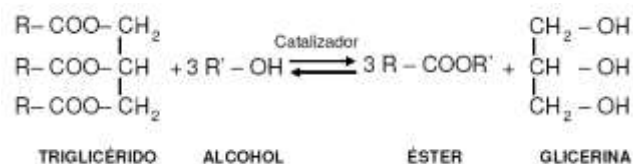


Figura 2 Reacción general de transesterificación

A continuación se mezcló por un tiempo de tres horas y se dejó reposar por un periodo de 24 h, se procedió a la separación de los productos de la reacción, obteniéndose biodiesel y glicerina, como se muestra en la figura 3.



Figura 3 Proceso de mezclado del biodiesel

Una vez separado el biodiesel, este fue sometido a un proceso de secado para retirar el excedente de agua, utilizando una parilla de agitación por una hora, a una temperatura de 50°C, como se observa en la siguiente figura:

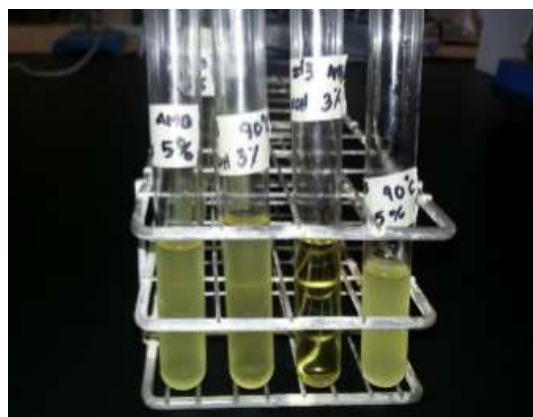


Figura 4 Separación y secado del biodiesel

b) Caracterización de Biodiesel

Se determinó el porcentaje de humedad, el rendimiento de biodiesel a partir de la medición del volumen total de la mezcla de la reacción respecto al volumen obtenido de la fase menos densa (Biodiesel). Así mismo, se midió el pH de producto final, con ayuda de un potenciómetro.

Dentro de los parámetros importantes que se consideraron fue la presencia de metales pesados, para la cual fue necesaria una digestión ácida de las muestras para analizarlas por la técnica MP-AES.

Resultados

a) Porcentaje de transesterificación

Temperatura	1% p/v	3% p/v	5% p/v
Ambiente	33.51	40.66	40.66
40°C	33.51	37.08	44.68

Tabla 2 Cálculo de porcentaje de transesterificación del aceite vegetal

De acuerdo a la tabla 2, el mayor porcentaje de transesterificación se obtiene a una concentración del 5% de KOH, con una temperatura en el proceso de 40°C sin embargo, el aplicar calor para acelerar el proceso de catálisis, representa un costo de producción mayor.

b) Porcentaje del rendimiento

Temperatura	Concentración p/v		
	1%	3%	5%
T° Ambiente	37.5	45.5	45.5
40°C	37.7	50	41.5

Tabla 3 Cálculo del porcentaje de rendimiento

En la tabla anterior, se muestra que el mayor rendimiento se obtuvo en concentraciones de 3% p/v, en temperatura ambiente y a 40°C, por lo que hace referencia, que esta concentración es la adecuada para una producción a mayor escala. Se observa que a temperatura de 40° C, se obtiene el mayor rendimiento, dado que el aceite es mas degradado con el calor, el cual permite una formación de dienos y trienos conjugados con el ácido linoléico es oxidado.

c) Medición de parámetros físicos

T° Ambiente			
Concentración	1%	3%	5%
pH	7	7	6
Humedad	0.07	0.08	0.12
Temperatura de 40°C			
Concentración	1%	3%	5%
pH	7	7	7
Humedad	0.06	0.08	0.09

Tabla 4 Medición de parámetros físicos

De acuerdo a la tabla anterior, el potencial de hidrógeno de la mayoría de las muestras se encuentra en un rango de neutralidad, lo que indica que la relación estequiométrica considerada, es la adecuada para propiciar que reacción de transesterificación se realice adecuadamente. Además de que se cumple con el establecido con parámetro de calidad del biodiesel para su uso en motores de combustión sin que se ocasione daño al sistema. Finalmente el análisis MP-AES, utilizado para la identificación de metales pesados, indico que dada la naturaleza del aceite 100% puro de canola, no se encontraron cantidades de metales pesados significativas.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo para la realización de este proyecto a el Ingeniero Eduardo Salas Castillo Jefe del Departamento de Energías Renovables de la Universidad Tecnológica de Durango, así mismo, a la Dr. Karla Ortega Valdez por su colaboración en el desarrollo técnico del mismo, y al Ingeniero Arturo Frago Corral Rector de la Universidad Tecnológica de Durango.

Conclusiones

De acuerdo a la presente investigación el proceso de transesterificación, mediante catálisis básica representa un método efectivo para la producción de biodiesel, a partir del uso de KOH, a una concentración del 3% p/v y etanol al 96%, a una temperatura ambiente.

El porcentaje de transesterificación y el rendimiento no varía significativamente en una concentración mayor a la ya mencionada, sin embargo considerando costos, producir a temperatura ambiente es recomendable en procesos de producción a mayor escala.

El uso de aceite 100% puro, permite que la reacción de transesterificación se presente con mayor eficiencia en comparación con aceites reciclados, dado que su grado de insaturación es menor.

Se recomienda realizar una caracterización más específica, con técnicas más sofisticadas como cromatografía y espectrofotometría.

Referencias

- Atadashi, I.M., Aroua, M.K., Abdul Aziz, A. 2010. High quality biodiesel and its diesel engine application: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 1999-2008.
- Bhatti, H. N., Hanif, M. A., Qasim, M., Rehman, A-U. 2008. Biodiesel production from waste tallow. *Fuel*. 87: 2961-2966.
- Dorado, M del P. 2001. Desarrollo y ensayo de nuevos biocombustibles para motores diesel procedentes de diversas semillas oleaginosas y de grasas vegetales usadas. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería rural. Universidad de Córdoba. Andalucía España. 275p.
- Enweremadu, C.C. y Mbarawa, M.M. 2009. Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13: 2205-2224.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2002. Grasas y Aceites Animales y Vegetales. Método de la Determinación de la densidad (masa por volumen convencional). NTC 336. Bogotá D.C. 11p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2002. Grasas y Aceites Animales y Vegetales. Determinación del contenido de impurezas insolubles NTC 240. Bogotá D.C. 7p.
- Janaun, J., Ellis, N. 2010. Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 1312-1320.
- Ma F. Hanna H.A. 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresour Technol*. 79, 1-15.
- Monteiro, M. R., Ambrozín, A. R., P. Lião, L. M., Ferreira, A. G. 2008. Critical review on analytical methods for biodiesel characterization. *Talanta*. 77: 593-605.
- Rashid, U., Anwar, F., Knothe, G. 2009. Evaluation of biodiesel obtained from cottonseed oil. *Fuel Processing Technology*. 90: 1157-1163.
- Universidad Mayor de San Andrés. 2007. Proyecto: "Adecuación Tecnológica de la Obtención de biodiesel". La Paz-Bolivia. Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ). 145 p.
- Zuleta, E.C., Bonet, J.D., Díaz, L.C., Bastidas, M.J. 2008. Optimización del proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de palma y etanol, mediante el método de superficie de respuesta. Universidad Popular del Cesar, Valledupar. Centro de Investigación y Desarrollo tecnológico del Cesar. 6(1): 76-80.