

OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES VEGETALES USADOS

L. ABREU*, M. ALVAREZ*, S. RUIZ**, M. CARDENAS**

Escuela de Ingeniería Química, Universidad Industrial de Santander

* Centro de Transferencia Tecnológica INTERFASE.

** Ingeniera Química UIS

E-mail: grupointerfase@gmail.com, malvarez@uis.edu.co

Fecha Recepción: 22 de Agosto de 2006
Fecha Aceptación: 27 de Septiembre de 2006

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados de la obtención de un biodiesel a partir de aceites vegetales usados por medio de la transesterificación con el alcohol etílico a escala laboratorio. Se confirmó que el mejor catalizador es de tipo básico (NaOH y KOH) y las condiciones más adecuadas de relación molar alcohol / AVU son (3,6-9:1) y la relación de catalizador / aceite es de (0,2-0,8) % w/w NaOH/ AVU, a 77 °C, con tiempos de reacción de 2 horas. En el trabajo se purificaron y caracterizaron las mezclas de Etil-ésteres obtenidos utilizando espectros de infrarrojo para su identificación.

Palabras Claves: Aceites Vegetales Usados (AVU), Etanol, Transesterificación, Etil - Esteres (biodiesel)

INTRODUCCIÓN

Los aceites vegetales usados son reciclados para fabricar jabones de baja calidad, alimento para animales etc. y en algunos casos vertidos de al alcantarillado o también recuperados para ser utilizados en puestos de comidas rápidas, hecho que representa un gran riesgo para la salud de los consumidores. El uso inadecuado que se le ha dado a los aceites vegetales usados indica que se deben establecer alternativas viables para su aprovechamiento en otras áreas. La exposición del aceite a altas temperaturas así como su reutilización genera cambios graduales en su composición química y física así como en sus propiedades organolépticas que afectan la calidad de los alimentos y del aceite en sí.

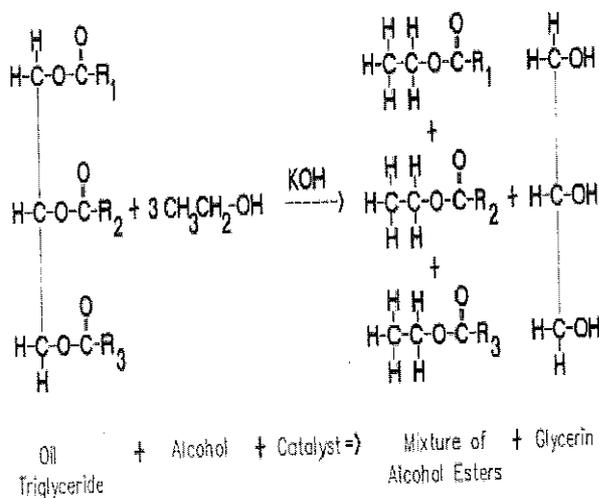
El biodiesel producido por alcoholisis de triglicéridos se está convirtiendo en una excelente opción para la utilización de todos estos aceites de fritura usados. Es un excelente biocombustible ya que no contiene azufre, y el contenido de aromáticos es casi nulo, lo cual lo hace ambientalmente más aceptable que el diesel del petróleo.

Este proceso utiliza alcoholes de bajo peso molecular como el metanol y el etanol gracias a su gran poder reactivo y a su fácil disponibilidad, aunque la mayoría de las tecnologías usadas se basan en el alcohol metílico. Para Colombia, país que dispone de material de biomasa susceptible de ser convertido a alcohol es interesante evaluar las

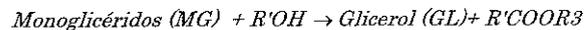
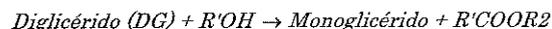
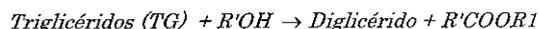
alternativas de obtención de biodiesel a partir del etanol derivado de la caña, yuca y otras fuentes.

El proceso de transesterificación se lleva a cabo usualmente en fase líquida y uno de los reactantes es parcialmente soluble y se disuelve poco a poco al progresar la reacción (el aceite es parcialmente soluble en el etanol). La reacción es reversible y para favorecer el equilibrio hacia la formación de productos se hace necesario incrementar el exceso de uno de los reactivos o retirar algunos de los productos generados.

Figura 1. Reacción de transesterificación.



El mecanismo que presenta la reacción de transesterificación es el siguiente:



PARTE EXPERIMENTAL

Para la obtención del Etil-Ester (biodiesel) a escala laboratorio inicialmente se realizó un pretratamiento del aceite vegetal usado, consistente en una operación de filtración y posterior secado, a continuación se realizó la caracterización del mismo con el fin de conocer algunas propiedades fisicoquímicas: índice de acidez, impurezas, color, índice de peróxidos, índice de refracción, punto de humo, porcentaje de humedad, índice de saponificación e índice de yodo.

En la reacción de transesterificación se utilizaron los catalizadores mencionados y alcohol etílico de grado absoluto.

Se planteó un diseño de experimentos de 2^n con $n=2$, determinando el catalizador más adecuado. Para la reacción no se llevó un diseño de experimentos riguroso, considerando las condiciones más favorables las reportadas en la literatura y se varió la relación molar de alcohol/AVU y el porcentaje de catalizador.

VARIABLES DE PROCESO

Las variables más importantes que se tuvieron en cuenta en la reacción de transesterificación fueron: temperatura de reacción, relación molar entre el alcohol y el aceite, catalizador, velocidad de la mezcla y purificación de los reactivos. Se mantuvo constante la temperatura de reacción 77°C y la agitación de la mezcla en 300rpm.

PROCEDIMIENTO

Para el proceso de transesterificación con etanol absoluto, se realizó un montaje donde se hizo necesario un reflujo con el fin de evitar la evaporación del etanol. Trabajando a presión atmosférica y a una temperatura de 60°C se preparó el etóxido, se adicionó el AVU a la misma temperatura, aumentando su temperatura a 77°C se realizó la transesterificación, bajo agitación constante por un periodo de 2 horas.

Se purificó y caracterizó el biodiesel obtenido por medio de un proceso de lavado, eliminando jabones, etanol y glicerina remanentes, en este proceso se utilizó agua destilada a temperatura de ebullición, en proporción de 40 y 60 % del biodiesel a lavar, finalmente se calentó hasta una temperatura de 110°C con el fin de eliminar el agua presente.

En la Tabla 1 se observan las propiedades fisicoquímicas del biodiesel reportadas en la literatura y las obtenidas en este trabajo.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del biodiesel

PROPIEDADES	BIODIESEL REPORTADO	BIODIESEL (OBTENIDO)
Densidad (Kg/m^3) a Temperatura ambiente	0,86 – 0,9	0,84-0,87
Viscosidad (cPo) a 40°C	3,5 – 5,0	4,3-5,4
Índice de Refracción	1,44 – 1,45	1,44-1,45
Valor Ácido	0,15 – 0,25	0,1-0,3

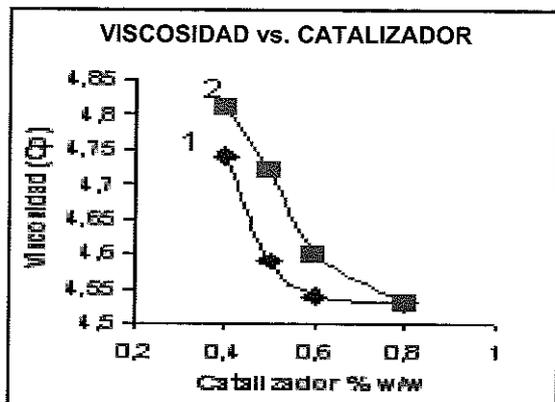
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la reacción de transesterificación es importante que tanto el etóxido de sodio o potasio como el aceite adicionado al etóxido se encuentren a una temperatura de 60°C con el fin de evitar la formación de emulsión en la mezcla.

En el desarrollo experimental se trabajó con dos tipos de aceite (oleína y estearina) y se observó que para cada tipo de aceite la cinética de la reacción se comporta de manera diferente, por tal motivo cada tipo de aceite se requiere un estudio diferente para la separación de las fases.

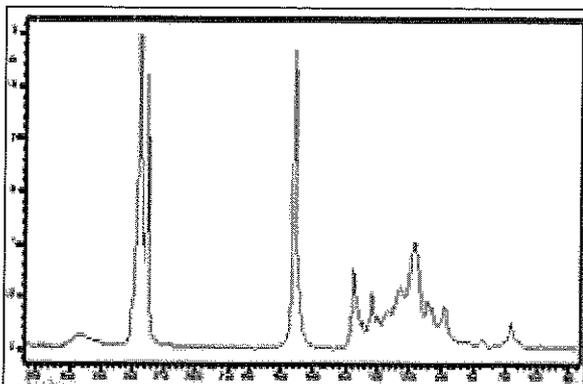
Se observó que después de determinado tiempo el burbujeo en el lavado no incide de manera notoria en las características del biodiesel. Después de lavado y secado y un tiempo de reposo de 10 días todas las mezclas obtenidas presentaron turbidez en el fondo debido a la presencia de monoglicéridos de grasas animales. El porcentaje máximo de acidez que deben presentar los aceites vegetales usados es el 1%, para valores mayores se hace necesario neutralizar la mezcla.

Figura 2. Variaciones de la viscosidad con el % de catalizador según relaciones alcohol/AVU.



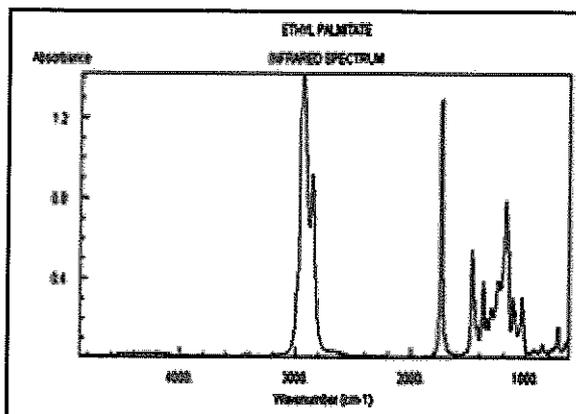
La línea 1 representa una relación molar entre etanol/AVU 6:1 donde se observa que para mayores proporciones de catalizador la viscosidad disminuye, de igual forma se observa que para una relación de 9:1 representada por la línea 2 el comportamiento de la viscosidad con el porcentaje de catalizador es semejante, notándose que para esta relación de alcohol 9:1 el biodiesel tiene unos valores más altos de viscosidad.

Figura 3. Espectro infrarrojo (IR) experimental.



En el espectro de IR mostrado se ratifica la presencia del Etíl palmitato reportado en la literatura lo cual nos confirma la presencia de dicho éster en la mezcla obtenida.

Figura 4. Espectro (IR) reportado en la literatura (etil palmitato).



CONCLUSIONES

La producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados es factible mediante una reacción de transesterificación en presencia de un catalizador básico (NaOH) y alcohol etílico absoluto, bajo las condiciones de (6:1 alcohol/AVU, 0,5 % w/w de NaOH) por un periodo de 2 horas.

Se logró caracterizar e identificar la mezcla obtenida mediante un espectro de IR y de pruebas de laboratorio.

ABSTRACT

The following report shows the results from the production of a biodiesel from waste vegetable oils, by means of transesterification with ethyl alcohol at a lab scale. It was demonstrated that the best catalyst is of Basic nature (NaOH and KOH) and the most adequate conditions of molar alcohol/AVU ratio are (3.6-9:1) and a ratio of catalyst to oil of (0.2-0.8)% w/w NaOH/AVU at 77 °C, with a reaction time of two hours. In the report the obtained ethyl ester mixtures were purified and characterized using Infrared spectra for its identification.

Keywords: Used vegetal oils, Ethanol, Transesterification, Ethyl -Esters (biodiesel)

BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, C., PETERS, J. F., M. C. R., SCHROER, B. J. y ZIEMKE, M. C. (1983, Agosto). Investigation of Soybean Oil as a Diesel Fuel Extender: Endurance Tests. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 8(60), 1574-1579.
2. ADIWAR, A., RAHMAN, M., ISKANDER, N.R.I., y ASMUNIH, A. (1996). The Possibility of the Utilization of Crude Palm Oil as Direct Automotive Diesel Oil Blended Viewed from Its Specification. *SAE Paper*, 96, 1179.
3. AYHAN, D. (2003). Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey. *Energy Conversion and Management*, 44, 2093-2109.
4. BARNWAL, B. K., SHARMA, M. P. (2004). Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
5. BLANCO, J. y ROJAS, L. D. (2002, Diciembre). *Evaluación de la implementación de un proyecto piloto basado en la producción de biodiesel para cubrir las necesidades de la flota agrícola de la institución*. Guacimo, Costa Rica.
6. CANTOR, L. y PRIETO, O. (2003). *Dimensionamiento y montaje de un reactor piloto para la obtención de biodiesel a partir de aceites vegetales gastados*. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de ingeniería química. Bogotá.
7. FANGRUI, M. y MILFORD A. H. (1999.) Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*, 70, 1-15.
8. FELIZARDO, P., NEIVA, J., RAPOSO, I., MENDES, J., BERKEMEIER, R., MOURA, J. (2005, Febrero). Production of biodiesel from waste frying oils. *Wastew Management*.
9. GERPEN, J. V. (2004). Biodiesel processing and production. *Fuel Processing Technology*, 36, 1950-2000.
10. GRABOSKI, M. S., MCCORMICK, R. L., ALLEMAN, T. L., HERRING, A. M. *The Effects of Biodiesel Composition on Engine Emissions from a DDC Series 60 Diesel Engine* – Final Report. Institute for Fuels and Engine, Colorado.
11. KNOTHE, G., DUNN, R. O., BAGBY, M. O. *Biodiesel: The use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels*. National Center for Agricultural Utilization Research, Department of Agriculture, U.S.
12. KORUS, R. A., HOFFMAN, D. S., BARN, N., PETERSON, C. L. y DROWN, D. C., *Transesterification on process to manufacture ethyl ester of rape oil*. Department of Chemical Engineering University of Idaho Moscow.
13. LARA, A. V. y PARK, E. Y. (2003). Lipase-catalyzed production of biodiesel fuel from vegetable oils contained in waste activated bleaching earth. *Process Biochemistry*, 38, 1077-1082.
14. MARCHETTI, J. M., V., M., ERRAZU, A.F. (2005, Agosto) Possible methods for biodiesel production, *Renewable y Sustainable Energy Reviews*.
15. MARTÍNEZ, N., VILLAMIZAR, G. I. (2005). *Obtención de un agrodiesel a partir de Metil-Esteres de estearina de palma y diesel*. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
16. MOHAMAD I. W., GHASSAN, T., MOH'D A. Q. (2002). Utilization of ethyl ester of waste vegetable oils as fuel in diesel engines, *Fuel processing technology*, 76, 91-103.
17. NYE, M. J., SOUTHWELL, P. H. (1983). Esters from Rapeseed Oil as Diesel Fuel. In Bagby, M. O., Pryde, E. H., (Eds.), *Vegetable Oils Diesel Fuel: Seminar III, ARM-NC-28*, Department of Agriculture: Peoria, IL, U.S. p. 78.
18. OLIVEIRA, L. B. y COSTA, A. O. (1999). *Biodiesel – Uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável*. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
19. PEREIRA, M. G. y MUDGE, S. M. (2004). Cleaning oiled shores: laboratory experiments testing the potential use of vegetable oil biodiesels. *Chemosphere*, 54, 297-304.
20. QUICK, G. R., WOODMORE, P. J., WILSON, B. T. (1983). Engine Evaluations of Linseed Oil and Derivatives. En Bagby, M. O., Pryde, E. H., (Eds.), *Vegetable Oils Diesel Fuel: Seminar III, ARM-NC-28*, Department of Agriculture: Peoria, IL, U.S. p.138.
21. SHEEHAM, et al. (1998). *An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles*. National Renewable Energy Laboratory.
22. TYSON, K. S. (2003, Marzo). *Biodiesel Technology and Feedstocks*, Eastern Connecticut State University.
23. VARGAS, et al. (1998). Transesterification of Vegetable Oils: a Review. *J. Braz. Chem.Soc.*, 1(9), 199-210.
24. WEN-TIEN T, CHAIH-CHUNG L, CHING-WEI, Y. (2005). An analysis of biodiesel fuel from waste edible oil in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 1-22.