

Producción de combustible Biodiesel alternativo sustentable con biomasa y aceite de coco

GUTIÉRREZ Javier†, MIRANDA José Àngel, PALACIOS Rolando, CASTELLANOS Carmelo

Recibido 17 de Junio, 2015; Aceptado 08 de Agosto, 2015

Resumen

La producción de este biocombustible biológico denominado biodiesel, es alternativo, sustentable a base de biomasa y aceite de coco, se justifica por ser productos “limpios”. Esta producción se realiza con el método de reacción de crioconcentración oxigenada, que optimiza la centrifugación de esta mezcla, para recuperar los solutos. Las variables independientes son la temperatura y velocidad de centrifugación, para obtener la concentración del biodiesel y la glicerina, como variables dependientes. Los resultados de este método de crioconcentración oxigenada, asegura la calidad en comparación con el método tradicional de reacción de transesterificación del biodiesel, porque se analizó una muestra en el laboratorio de la Dirección General de Sustentabilidad, Subsecretaría de Planeación y Transición Energética de la Secretaría de Energía (SENER), que determinó ser un producto recomendable, porque se encuentra dentro de los límites máximos permisibles de la norma ASTM D 6751, para ácidos y viscosidad. La conclusión es que este nuevo método de crioconcentración, mejora la separación de la fase sólida y líquida, para aplicarse en los motores de combustión interna, sin realizar modificaciones y variaciones de velocidad. Finalmente este combustible biológico soluciona los problemas, que generan los combustibles derivados del petróleo, que proporcionan emisiones contaminantes.

Crioconcentración, Biodiesel, Aceite de coco, ASTM

Abstract

The production of this biodiesel biofuel, is a sustainable alternative that is based on biomass and coconut oil, these justify themselves for being clean products. This production is possible with the method of oxygenated cryoconcentration reaction that optimizes the centrifugation of the mixture, to recover solutes. The independent variables are temperature and velocity of centrifugation, to obtain the concentration of the biodiesel and the glycerin as dependent variables. The results of this method of oxygenated cryoconcentration, assure quality in comparison with the traditional method of reaction of transesterification of the biodiesel, this conclusion was reached after a sample was analyzed in the laboratory of the Department of Sustainability, Undersecretary of Planning and Energy Transition of the Secretary of Energy (SENER), and it was determined to be a great product, because it is within the maximum permissible limits of the ASTM D 6751 standard for acids and viscosity. The conclusion is that this new method of cryoconcentration improves the separation of the solid and liquid phase, and it can be applied on internal combustion engines without making modifications and variations of speed. Finally, this biofuel solves the problems, that oil-based fuels generate like the production of polluting emissions.

Cryoconcentration, biodiesel, coconut oil, ASTM.

Citación: GUTIÉRREZ Javier, MIRANDA José Àngel, PALACIOS Rolando, CASTELLANOS Carmelo. Producción de combustible Biodiesel alternativo sustentable con biomasa y aceite de coco. Revista de Energía Química y Física 2015, 2-3:330-337

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El Biodiesel es un sustituto del combustible Diesel, que se obtiene de fuentes renovables, como el aceite vegetal desgomado o descerado, que depende de la soja, girasol u otra oleaginosa. También del aceite de fritura, con un proceso adicional de filtrado, para eliminar las partículas indeseables en suspensión; de alcohol disponible denominado metanol y el catalizador hidróxido de sodio en escamas, denominada soda caústica. Actualmente en nuestro País, se obtiene este combustible, que reduce ligeramente las emisiones de la combustión, aplicando el proceso de transesterificación. Para conservar el medio ambiente y los recursos naturales, existe el interés de las fuentes de energías alternativas, para sustituir los combustibles fósiles convencionales y los biocombustibles, que se obtienen de aceite vegetal energético, que se clasifican en bioalcoholes; como Etil Ter butil Eter (ETIBE), que se utiliza en motores de gasolina y Metil Ter Butil Eter- (MTBE), son aceites vegetales y sus ésteres derivados, se utiliza en motores diesel y se denomina biodiesel.

En esta investigación, la palma de coco, es un árbol que alcanza una altura entre 20 y 25 metros, coronada con largas hojas arqueadas. Su cultivo tiene una vida útil de 25 años y se encuentra extendida en zona tropical húmeda. México tiene un área sembrada de 200 mil hectáreas, con una producción de 500 mil toneladas anuales, que ubica al estado de Guerrero en los primeros lugares. Del fruto de la palma, se encuentran adheridos al racimo, donde se le extrae el aceite de la pulpa o mesocarpio del coco. Esta demanda de copra garantiza y beneficia a los productores copreros con la estabilidad del precio de la copra.

Por esta razón, la obtención de combustibles alternativos ha recobrado un interés económico, social y ambiental de nuestro estado de Guerrero. Mediante la búsqueda de técnicas sustentables, que permitan obtener biocombustibles a bajo costo y con parámetros de calidad aceptables por la comunidad de Guerrero y nuestro País. El objetivo es mejorar el método de producción de biodiesel a partir de la biomasa y el aceite de coco, aplicando las técnicas enfocada a la crioconcentración oxigenada, para lograr un mayor rendimiento en su producción, que permita el cumplimiento de la normas de la American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para pruebas y materiales) (ASTM 2007), que establecen los parámetros del biodiesel. Este proyecto de investigación patentado, surge por la necesidad de buscar alternativas energéticas, capaz de sustituir y minimizar el consumo de combustibles fósiles. Otra de las razones, que generan una cantidad de contaminantes atmosféricos, causantes del cambio climático y lluvia ácida.

La producción de este biodiesel radica en la reducción de emisiones generadas por la combustión, para reducir CO₂ en un 10%, además de reducir SO₂ cerca del 100%, debido a la ausencia de azufre en el biodiesel, hollín entre 40-60%, de CO entre 10-50%, de HC entre 10-50% y aldehidos y compuestos poliaromáticos entorno al 13%.

Objetivo General

Producir combustible biodiesel alternativo sustentable con el nuevo proceso de crioconcentración oxigenada

Objetivos específicos

Analizar el proceso de transesterificación actual con produce el biodiesel.

Propuesta del nuevo proceso de crioconcentración oxigenada y mostrar las pruebas de laboratorios.

Implementar el nuevo proceso, que incrementa la eficiencia, reduce el costo y tiempo de producción, de consumo de energía eléctrica y mano de obra.

Metodología

1. Producción del biodiesel con el actual procedimiento.
2. Pruducción con el nuevo procedimiento propuesto.
3. Implementación de las pruebas con el nuevo procedimiento.
4. Alternativas de solución en los costos de proccción y ahorro de energía, aplicando las energías renovables.

Producción actual de biodiesel con el proceso de transesterificación

Este proceso es una reacción química industrial denominda transesterificación, se utiliza para producir biodiésel, en tres reacciones reversibles y consecutivas. El triglicérido se convierte consecutivamente en diglicérido, monoglicérido y glicerina. En cada reacción un mol de éster metílico es liberado. Todo este proceso se lleva a cabo en un reactor donde se producen las reacciones y en posteriores fases de separación, purificación y estabilización.

Las nuevas tecnologías varían las condiciones del proceso en la capacidad de producción, alimentación, calidad, recuperación del alcohol y del catalizador.

También con el proceso de transesterificación, se ha aplicado el aceite de palma de coco, para la producción de los glicéridos con metanol, es una reacción a un rango de temperatura entre 50 y 70°C, que corresponde a la ebullición del metanol y con un catalizador alcalino, como el hidróxico o metóxido de sodio. Esta reacción requiere que el aceite, contenga bajo contenido de ácidos grasos libres, porque se mezcla con el metanol y aditivos continuos en un reactor de lecho fluidizado, debe mantener una temperatura de 70°C y la presión de 1 a 3 bar. El 80% de los glicéridos son convertidos en metilésteres. La reacción en la primera fase, se genera la glicerina y se remueve constantemente en un separador. En la segunda fase de la reacción, se adicionan pequeñas cantidades de catalizador, para incrementar la velocidad de reacción hasta el 98%. La glicerina se obtiene en esta fase, con un colador refinado.

Producción dr biodiesel con el nuevo proceso de crioconcentración oxigenada

Esta metodología de crioconcentración oxigenada es artesanal para producir biodiesel, que consiste en realizar la instalación de la mezcla de combustión de la flama, integrada por un tanque de gas y un compresor, para forzar la mezcla con aire comprimido, como se muestra en la figura 1. En la primera etapa se muestra un depósito con una capacidad de 200 litros, forrado con ¼ de pulgada de aislamiento cerámico, para mantener la temperatura de reacción y lograr un ahorro en el consumo de energía, con la finalidad de acelerar la separación del biodiesel de la glicerina.



Figura 1 Instalación de la mezcla de la combustión

Este reactor artesanal, contiene la mezcla de aceite de coco y biomasa, para generar una reacción de crioconcentración de alta densidad, accionado por un mezclador de alta velocidad y para obtener un perfecto mezclado, como se muestra en la figura 2.



Figura 2 Reacción de la crioconcentración oxigenada

Posteriormente el aceite es colado con tela, para eliminar los sólidos disueltos en el aceite. En seguida, después de obtener la temperatura de 70-80 °C en el depósito artesanal, se inicia la reacción de crioconcentración oxigenado del mezclado, que permite estar recirculando el aceite, para un perfecto mezclado y una mejor superficie de contacto. Este proceso tiene una duración de 45 a 60 minutos. Después debe reposar este producto de 2 a 2 hora ½, para que el biodiesel crudo se separe de la glicerina, como se muestra en la figura 3.



Figura 3 Obtención de la glicerina de la reacción

La siguiente actividad es drenar la glicerina a un tanque de almacenamiento, con la finalidad de quedarnos con el biodiesel crudo y se realiza el proceso de lavado en seco, que consiste en colar y eliminar los restos de jabón, glicerina, metanol, humedad, etc., El colador contiene resina, como se muestra en la figura 4.



Figura 4 Separación de la glicerina y el biodiesel crudo

Por último, el biodiesel limpio y seco se envía a un tanque de almacenamiento de 200 litros, con una mirilla para visualizar el nivel de volumen dentro del tanque y observar el producto final., como se muestra en la figura 5.



Figura 5 Almacenamiento del biodiesel crudo

Finalmente, el biodiesel purificado se filtra, para asegurar su perfecta limpieza y se envía a los clientes. Por otro lado, la caracterización del biodiesel es tomar tres muestras de cada proceso en frasco completamente limpios, que se trasladan al laboratorio certificado, para establecer si el biodiesel, corresponde al B100, biodiesel puro, que se produce en la planta piloto, cumpla con los parámetros establecidos por la norma ASTM D 5751, que establece los límites máximos permisibles, para el biodiesel B100, como se muestra en la figura 6.



Figura 6 Biodiesel listo para su aplicación

Pruebas experimentales de la muestra del nuevo biodiesel

La Dirección General de Sustentabilidad, Subsecretaría de Planeación Energética y la Dirección General Adjunto de Bioenergético de la Secretaría de Energía (SENER), proporcionó el seguimiento puntal a este proyecto de generación de biodiesel con Biomasa y Aceite de palma de coco. En consecuencia se realizó el análisis de la muestra en el Laboratorio de la empresa “Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Electroquímica” (CIDETEQ), cuyas observaciones son las siguientes:

Las pruebas muestran compuestos, asociados a la composición típica del biodiesel. Pero es recomendable procesar con detenimiento, porque existen evidencias de presencia de hidrocarburos de cadena corta y pesada, que no son propios del biodiesel. Las propiedades físicas, se encuentra dentro de los valores establecidos por la Norma ASTM D6751 “Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels”, para acidez y viscosidad y fuera de Norma para sedimentos y agua.

Resultados de análisis de la muestra del nuevo biodiesel

Para la evaluación de las características químicas y propiedades generadas, se realizaron las pruebas; de Cromatografía de gases acoplada a la masa, de espectroscopia de infrarrojo, de determinación de agua, de sedimentos, de viscosidad y de índice de acidez de acuerdo a las metodologías marcadas por la Norma ASTM D6751.

Las pruebas de cromatografía, identifican 106 posibles compuestos que existen en la muestra.

La figura 7, muestra el cromatograma, donde se observan varios picos y se relacionan con diferentes compuestos, que contienen entre 5 (tolueno) y 30 (triacontano) átomos de carbono en su estructura.

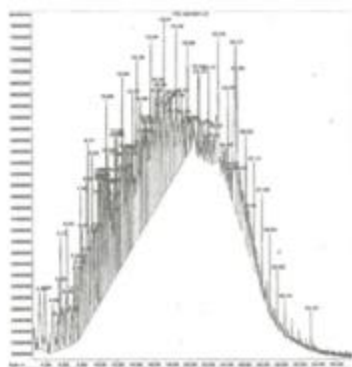


Figura 7 Cromatografía de gases de la muestra de biodiesel

Así también, se observa que no existe predominancia importante de alguno de ellos, porque los porcentajes de áreas se localizan por debajo del 4.5%. Los compuestos con mayor proporción son los que tienen entre 11 y 18 carbonos en su estructura, pero no se observa claramente la identificación de metil esteres de ácidos grasos y debe ser analizado con mayor cuidado, porque el resto de los compuestos están por debajo del 2% y varios de ellos en cantidades menores al 1%, como se muestra en la tabla 1.

# de pico	Tiempo de retención	compuesto	#de carbonos	% área
32	10.85	Undecano	11	2.12
47	12.64	Dodecano	12	2.37
56	14.26	Tridecano	13	2.76
64	15.83	Tetradecano	14	2.41

Tabla 1 Diferentes compuestos en % y área

La figura 8, muestra un cromatograma para una muestra de biodiesel, donde se observa claramente una identificación de metil esteres de ácidos grasos entre 14 y 24 carbonos en base a los picos identificados.

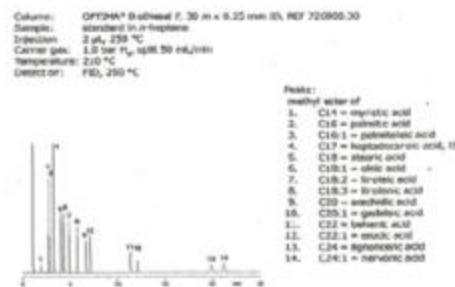


Figura 8 Cromatograma típico para una muestra de biodiesel

Las pruebas de espectroscopia de infrarrojo, tiene la finalidad de determinar la presencia de metil esteres de ácidos grasos características del biodiesel, basados en la norma ASTM D7371. Los resultados muestran una señal a números de onda de 1750 cm^{-1} y de alrededor de 1170-1200 cm^{-1} , características de los metil esteres presentes en el biodiesel y ausentes en el diésel. Estas señales se identifican con una flecha dentro de la figura 9.

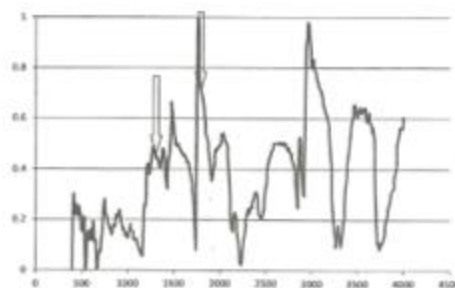


Figura 9 Espectro FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) del biodiesel muestra

Como referencia, en la figura 10 se muestran espectros infrarrojos típicos para diésel y biodiesel donde se observan las señales antes descritas.

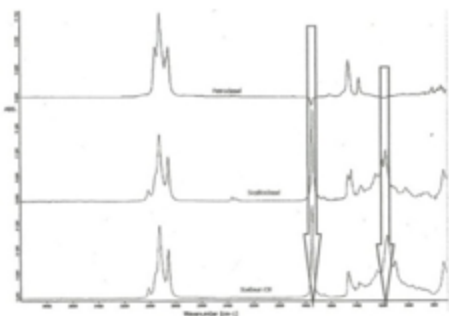


Figura 10 Muestras de petrodiesel y biodiesel del Espectro FTIR

Mediante la comparación de los espectros obtenidos con la muestra y los espectros que se obtienen para el biodiesel, se observa que presenta señales características de los metil ésteres esperadas para un biodiesel. Sin embargo, el detalle de la figura 9, muestran señales adicionales que indican la presencia de una diversidad de otros compuestos presentes.

También se realizó la determinación de agua y sedimentos, utilizando una centrifuga de 6000 rpm, basada a la norma ASTM D2709, para la muestra de 50 ml se obtuvieron 0.2 ml de agua y 4% de sedimentos, siendo el límite permisible de 0.05% y se encuentran fuera de norma, como se muestra en la tabla 2.

Muestra	Agua y sedimentos	%V	Límite max.
50 mL	.2 mL	4	0.05

Tabla 2 Diferentes compuestos en % y área

Se determinó la viscosidad cinemática utilizando un viscosímetro, basado a la Norma ASTM D445.

El valor determinado fue de 8,225 mm²/s a 20 °C, por lo que este valor se encuentra dentro de la norma, como se muestra en la tabla 3.

Muestra	Viscosidad	Límite max.
8 ml	8.225 mm ² /s	6.5-9.0mm ² /s

Tabla 3 Parámetros dentro de la norma y permisibles

Se realizó la determinación de la acidez por titulación colorimétrica, basada en el método ASTM D974. El valor determinado fue de 0,561mg, por lo que este parámetro se encuentra dentro de la norma, como se muestra en la tabla 4.

Muestra	Índice de acidez	Límite max.
2g	0,561 mg	0,80 mg de koh

Tabla 4 Parámetros dentro del límite máximo de la norma

Estos resultados determinan, que es recomendable procesarse de manera paralela, en seguir mejorando la calidad del biodiesel, porque las propiedades físicas se localizan dentro de los valores establecidos por la norma ASTM D6751, para acidez y viscosidad y fuera de norma para sedimentos y agua. Así también, se confirma que el biodiesel propuesto, contiene los parámetros del agua y sedimentos, densidad, número ácido, cenizas dentro de los límites máximos, permitidos por la norma ASTM D 6751.

Por otro lado, se propone mejorar los procesos de producción de biodiesel, que permiten cambios en la reacción de crioconcentración, mantener el control de la temperatura de reacción, un mayor contacto de la materia prima del mezclado en este proceso oxigenado, para obtener una mejor purificación del biodiesel en el lavado en seco y reducir el tiempo de procesamiento de un lote.

Conclusiones y observaciones

El proceso de transesterificación se realiza en 24 horas y este nuevo proceso se realiza en 8 horas, con una reducción de $\frac{3}{4}$ de tiempo, se reduce el costo de procesamiento en un 15%, porque la producción por litro del biodiesel del proceso anterior es de \$15,00 y este proceso es de \$10,00, se observa el ahorro y disminución del consumo de energía eléctrica y mano de obra.

Este proceso de crioconcentración oxigenada tiene resultados, para futuros trabajos, porque se separa la fase líquida (oleína) y la sólida (estearina) del aceite de palma de coco crudo. Esto caracteriza que el biocombustible antes de introducirlo en los procesos fríos, se le suministran aditivos químicos.

Por otro lado, estos resultados obtenidos son prometedores en la investigación, para mejorar el rendimiento energético, el costo y generación del nuevo biodiesel con energías renovables de nuestro estado de Guerrero. Finalmente se implementa, una nueva etapa de la copra en nuestro Estado y recuperar las empresas caídas por la mala administración.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa denominada "Instalación y Operación de Planta Procesadora de Biodiesel a partir de Biomasa y Aceite de Coco", por confiar en el Instituto Tecnológico de Acapulco para realizar la asesoría Electromecánica y Química.

Referencias

Encimar, M., Gonzales, J., Pardal, G., (2010). "Transesterification of rapeseed oil with methanol in the presence of various cosolvents". Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste (ISBN 97 8-88-6265-008-3).

Gerpen, K.Jürgen, (2005) "The Biodiesel Handbook, Ed.AOCS. Press, Champaign, Illinois".

(<http://www.mn-net.com/tabid/11520/default.aspx>).