

---

## *Producción de biodiésel empleando aceite de cocina usado. Una Revisión*

---

### **Biodiesel production from waste cooking oil. A review**

**Diana Carolina Arias Quintero<sup>1</sup>**  
**Angela Magaly García Rivera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Ingeniera Ambiental, Especialista en gestión ambiental, UPTC. Investigador GIMAD Grupo de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo. Biominales col sas. [dianaarias.quintero@gmail.com](mailto:dianaarias.quintero@gmail.com)*

<sup>2</sup> *Zootecnista. Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo. Investigador GIMAD Grupo de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo. Biominales Col SAS. [angela.garcia@biomineralescol.96.lt](mailto:angela.garcia@biomineralescol.96.lt)*

#### **Resumen**

La necesidad de desarrollar combustibles alternativos como el Biodiesel ha aumentado en los últimos años, ya que estos biocombustibles cada vez son más atractivos para competir con los combustibles convencionales, esta investigación de revisión documental se realizó con el fin de recolectar, analizar y comparar información relevante en cuanto a la producción de Biodiesel con el uso de aceites de cocina desechados, se describen los principales conceptos referenciados acerca de las características y reacciones necesarias para la elaboración de éste, finalmente se realiza una comparación de investigaciones de casos exitosos a nivel nacional como internacional, explicando brevemente los resultados obtenidos y los altos rendimientos del Biodiesel, haciendo énfasis en la importancia de desarrollar estas técnicas para disponer adecuadamente este residuo y evitar que se generen diversos problemas ambientales en aire, suelo y agua por el constante uso de los combustibles fósiles.

**Palabras Clave:** Biodiesel, Aceite de cocina, transesterificación.



## **Abstrac**

The need to develop alternative fuels such as biodiesel has increased in recent years, as these biofuels are increasingly attractive to compete with conventional fuels, this documentary review investigation was carried out in order to collect, analyze and compare relevant information regarding the production of biodiesel with the use of waste cooking oils, the main referenced concepts are described about the characteristics and reactions necessary for its elaboration, Finally, a comparison of investigations of successful cases at national and international level is made, briefly explaining the results obtained and the high yields of Biodiesel, emphasizing the importance of developing these techniques to adequately dispose this waste and avoid generating various environmental problems in air, soil and water due to the constant use of fossil fuels.

**Keywords:** Biodiesel, Waste cooking oil, transesterification.

## **Introducción**

Los combustibles fósiles son la fuente de energía más usada en la actualidad para el desarrollo de las actividades humanas, provocando consigo diferentes efectos contraproducentes desde el punto de vista económico, social y ambiental; a través de los años es muy notorio que este recurso se está agotando de manera sustancial por lo tanto es necesario que se desarrollen combustibles alternativos eficientes que permitan suplir la demanda energética mundial. El uso y procesamiento de los aceites vegetales para la obtención de biocombustibles se ha convertido en una estrategia global para producción de Biodiesel, siendo este uno de los mejores recursos disponibles en la actualidad, ya que la industria alimentaria y el sector hotelero diariamente generan altos volúmenes de aceite vegetal usado, constituyendo un problema desde el punto de vista medio ambiental así como para la salud de los consumidores, se estima que cada litro de aceite comestible que es tirado al drenaje contamina 1'000,000 de litros de agua (UNAM, 2013), haciendo que se centre una especial



atención en la investigación y el desarrollo de técnicas para usar los aceites de fritura como una posible alternativa de materia prima en la producción de combustibles.

La elaboración de los biocombustibles puede realizarse a partir de cuatro tipos de aceites, los de girasol, maíz, palma o aceite de cocina desecho, este último siendo el más usado para este fin; dado que los aceites vegetales no se pueden usar directamente como combustibles, se han realizado algunas modificaciones tales como dilución con solvente adecuado, transesterificación (ácida, básica y enzimática), pirólisis y emulsificación (Murcia, Chaves, & Rodriguez, 2013). El Biodiesel se define como la mezcla de éster monoalquílico de ácido graso obtenido de grasas animales o aceites vegetales, que desde el punto de vista químico son triglicéridos, cada molécula de triglicérido está formada por tres moléculas de ácido graso unidas a una molécula de glicerina. La reacción de formación de biodiesel consiste en separar los ácidos grasos de la glicerina con ayuda de un catalizador (NaOH o KOH) y unir cada uno de ellos a una molécula de metanol o de etanol (López, Bocanegra, & Malagón-Romero, 2015), esta reacción química es la transesterificación y es la más usada para este proceso.

Entre el 2001 y el 2009 pasó de 959 millones de litros a 15760 millones, con un ritmo de crecimiento anual del 41,9%. Esto plantea que para el 2020 el mercado del biodiésel espera producir 45291 millones de litros (Bulla, 2014). La importancia de producir biodiesel radica en la reducción de las emisiones generadas por la combustión, ya que se estiman valores de reducciones netas de CO<sub>2</sub> del 100%, además de reducciones de SO<sub>x</sub> cercanas al 100% debido a la ausencia de azufre en el biodiesel, de hollín entre 40-60%; de CO entre 10-50%; de HC entre 10-50%; y de aldehídos y compuestos poliaromáticos en torno a 13%. (Alfonso, 2013), como combustible alternativo es más amigable con el medio ambiente respecto del diésel, ya que es un recurso renovable, biodegradable y no es tóxico.

El presente artículo se desarrolla con el fin de realizar una revisión detallada de las fuentes bibliográficas relacionadas del tema de estudio, que permita contextualizar el proceso de producción de biodiésel, las características, usos y los casos exitosos, con el fin de referir la importancia de desarrollar combustibles renovables y amigables con el medio ambiente.



## **Metodología**

El planteamiento metodológico de este artículo es de tipo documental, encaminada a recolectar, comparar y analizar información en relación a la producción de Biodiesel por medio de aceite de Cocina usado, el proceso de revisión inicia en la identificación, rastreo, organización, sistematización y análisis de un conjunto de documentos principalmente electrónicos sobre el tema a estudiar.

Para el análisis de los documentos se establecieron categorías, para dar prioridad a las fuentes primarias y secundarias, no se tomaron en consideración para el análisis aquellos artículos que no hacían alusión al objeto de estudio.

Posteriormente, se realizó el análisis de cada uno de los documentos seleccionados, los aspectos comunes, los procesos, las metodologías y resultados esperados, analizados de los casos de estudio evaluados.

Se realizó un análisis global del sistema de producción, la eficiencia y beneficios del Biodiesel a nivel nacional e internacional, finalmente, se realizó una discusión final y las conclusiones generales.

### **1. Marco referencial**

El biodiesel, definido como los ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de materias primas renovables, es el sustituto más adecuado para el Diesel. Por esta razón, la investigación sobre este biocombustible está creciendo constantemente en todo el planeta. El foco de la investigación es la revisión del proceso de producción de biodiesel por medio de la transesterificación, esta reacción química en la cual un alcohol (metanol o etanol) reacciona reversiblemente con los triacilgliceroles de ácidos grasos (aceite vegetal o grasa animal) en presencia de un catalizador para formar ésteres alquílicos de ácidos grasos y glicerina (Sinha & Agarwal, 2008). Los parámetros usados para definir la calidad del



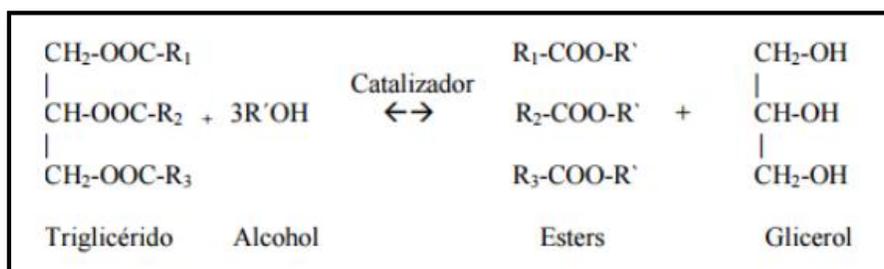
biodiesel se dividen en dos grupos: El primero incluye determinaciones de densidad, viscosidad, punto de inflamación, contenido de azufre, residuo carbonoso, cenizas sulfatadas, número de cetano y número ácido, similares a las realizadas al diésel; el segundo grupo corresponde básicamente a determinaciones de metanol, glicerol libre, glicerol total, fósforo, agua y ésteres. (Murcia, Chaves, & Rodriguez, 2013)

El biodiesel es altamente biodegradable en el suelo y el agua dulce, gran parte de este se mineraliza hasta en 30 días en condiciones aeróbicas o anaeróbicas, además, es un combustible libre de carbono, ya que las plantas que sirven como materia prima para su producción absorben más carbono que el que se libera durante la quema de este.

### 1.1 Reacción de transesterificación.

La transesterificación, también conocida como alcoholisis, es la reacción del aceite o la grasa con un alcohol para formar ésteres y glicerol. Para completar una reacción de transesterificación, estequiométricamente, se necesita una relación molar 3:1 de alcohol a triglicérido. En la práctica, para tener un rendimiento máximo de éster, esta relación debe ser más alta que la relación estequiométrica. Normalmente se usa un catalizador para mejorar la velocidad de reacción y el rendimiento. Debido a que la reacción es reversible, el exceso de alcohol se usa para cambiar el equilibrio hacia el lado de los productos. (Ferrari, Turtelli, & Park, 2011). La reacción se muestra a continuación:

Figura 1: Transesterificación de triglicéridos con alcoholes.



**Fuente:** (Lopéz, Souto, & Pazos, 2015)



El biodiesel mezclado se puede utilizar en motores diésel existentes directamente sin ningún proceso adicional y está cubierto por las garantías de los principales fabricantes de motores, usualmente se pueden realizar mezclas de hasta un 5 por ciento o 20 por ciento de biodiesel y la producción a partir de aceite vegetal de desecho es más barata que de otras reservas de alimentos, este biocombustible es el primer y único designado por la EPA en la producción a escala comercial en todo Estados Unidos y la primera en llegar a mil millones de galones de producción anual.

En varios estudios que han empleado como materia prima el aceite de cocina usado se ha evaluado el uso de catalizadores sólidos (principalmente hidróxido de sodio e hidróxido de potasio, reactores de membrana, columnas de destilación y fluidos supercríticos además, se puede evaluar el efecto en las emisiones del combustible según el tipo de alcohol empleado en la reacción de transesterificación). Dichos estudios concluyen que el rendimiento al emplear aceite vegetal usado es similar al obtenido con aceite virgen (superior al 90 %), pero con reducción de costos entre 60 y 90 %, y con pureza cercana al 99,8 % al usar fluidos supercríticos. (Sánchez & Orrego, 2007)

El residuo aceite usado de cocina es en la actualidad una de las principales causas de contaminación de las aguas residuales urbanas, ya que en general una vez utilizados, se vierten por el desagüe a la red de alcantarillado, contaminando el medio ambiente, produciendo atascos y malos olores en las cañerías y una gran cantidad de problemas ambientales.

## **1.2 Cromatografía de Gases**

Finalmente para comparar el resultado obtenido mediante las dos vías catalíticas (catálisis básica y catálisis enzimática), y la calidad del Biodiesel se puede analizar el contenido en ésteres metílicos empleando la técnica analítica Cromatografía de Gases con Espectrómetro de Masas como detector.

La Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS, por sus siglas en inglés) es una técnica analítica dedicada a la separación, identificación y cuantificación de



mezclas de sustancias volátiles y semivolátiles. Esta separación depende de la diferente distribución de las sustancias estudiadas entre las fases móvil y estacionaria que conforman el sistema. Una vez separadas las sustancias son fragmentadas y analizadas en función de su patrón de fragmentación, el cual puede ser comparado con información contenida en una base de datos de espectros de masas para su identificación preliminar, por lo general el biodiésel producido por aceites vegetales es analizado de forma cualitativa, donde se separan los ésteres metílicos mediante cromatografía de gases y su posterior identificación mediante la técnica de espectrometría de masas. (López, Souto, & Pazos, 2015).

## **2. Estudios de caso**

### **2.1 Contexto Internacional**

A nivel internacional se han desarrollado diversas investigaciones respecto a la producción de Biodiesel, como es el caso del estudio realizado en el Centro De Investigación En Materiales Avanzados S. C., “Obtención de biodiesel a partir de aceites usados en casa habitación de la comunidad del Refugio”, (Alfonso, 2013), analizando el potencial de biomasa residual (aceite usado) que puede generar la comunidad del Refugio, establecida en el municipio de Tijuana Baja California. Realizando pruebas para determinar si la biomasa residual puede ser utilizada para la producción de biodiesel, mediante técnicas que permitan una producción sustentable, en cuanto a los resultados obtenidos por medio de proceso de transesterificación básica, con una relación molar alcohol/aceite de 6:1 en un rango de temperatura de 30 a 60°C y 1% de catalizador KOH con relación al aceite, obteniendo un rendimiento de biodiesel por encima del 90%, el cual demuestra que la investigación cumple satisfactoriamente y se puede implementar de manera con programas pilotos.

En Santiago de Cuba se realizó una investigación denominada “Estudio de la obtención de biodiesel a partir de aceite comestible usado” (García, Gandón, & Maqueira, 2013), ya que el país actualmente no cuenta técnicas adecuadas para utilizar racionalmente el aceite vegetal usado que se genera en la industria alimentaria y el sector turístico, el proceso de obtención



del biodiesel se desarrolla por la reacción de transesterificación, obteniendo en la fase experimental a nivel de laboratorio resultados de 88,34% de rendimiento con el uso de hidróxido de sodio (NaOH) como catalizador, cumpliendo con las condiciones y valores esperados.

La investigación “Obtención De Biodiesel A Partir De Aceites Vegetales Usados Y Catalizadores Básicos” realizada en Guanajuato, México, donde se enfocan realizaron un análisis principal acerca de la viscosidad como una propiedad fundamental en los combustibles que se utilizan en motores diésel, presentando análisis de temperatura, tipo y cantidad de catalizador (KOH) y relación aceite/metanol para la síntesis de biodiesel a partir de ácidos grasos de aceite de cocina usado. Dando resultados favorables acerca del incremento de la cantidad de KOH tiene un efecto favorable a una  $T^{\circ}$  mayor de  $50^{\circ}\text{C}$ , disminuyendo notablemente la viscosidad permitiendo su uso en un motor diésel. Se encontró que es importante usar relaciones de aceite/metanol mayores a 0.2 para que el biodiesel cumpla con las propiedades para ser utilizado en un motor diésel. (Echeverría, Martínez, & Martínez, 2013)

En San José, Costa Rica en el 2010, el Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura (IICA). desarrollo el Atlas De Agroenergía Y Los Biocombustibles En Las Américas: II Biodiésel, en el Programa Hemisférico En Agroenergía Y Biocombustibles, en este documento se hace referencia a la situación actual y las perspectivas del biodiésel en los países de América incluyendo información general sobre la evolución reciente de la producción, comercialización, consumo de biodiésel y los avances alcanzados en el hemisferio (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Uruguay, Bolivia Ecuador y Perú, entre otros); los principales aspectos relacionados con el biodiésel algunas propiedades de las principales fuentes vegetales de aceite susceptibles de transformarse en biodiésel (la palma, girasol, la soja y la colza). También se resumen las principales características deseables e indeseables del biodiésel, se analiza la evolución mundial de la producción de biodiésel y las principales causas que han afectado su desarrollo reciente. También se hace referencia a las políticas públicas y marco regulatorio, la situación en materia de



investigación y desarrollo y el grado de involucramiento e interés de los sectores privados y públicos. (IICA, 2011)

En Lima, Perú se realizó una investigación acerca de las diferentes posibilidades de producción de biodiésel a pequeña escala en el Perú. Ofreciendo nociones generales sobre la situación del sistema energético actual, la situación del biodiésel en el mundo (problemática social, uso de combustibles fósiles, el cambio climático, impactos en la salud pública, efectos en la economía y en la política internacional), su creciente importancia, las posibles alternativas energéticas existentes, oportunidades para la producción y uso de biodiésel por su eficiencia, la reducción de la mayoría de emisiones contaminantes, su alta biodegradabilidad y baja toxicidad. También se hace una revisión específica de situación actual del biodiésel en el Perú, sobre los avances en materias primas potenciales (aceites vegetales o amínales) e insumos (catalizadores y alcoholes), procesos de producción (transesterificación alcalina, sin catalizador, craqueamiento térmico o pirólisis de las grasas y tecnologías biomasa a líquido), control de calidad, estabilidad y durabilidad, uso del biodiésel en mezclas, garantías de los vehículos cuando se utiliza biodiésel, marco legal y promoción desde el estado. (Calle, Coello, & Castro, 2007)

En el 2000 en Argentina, el ingeniero José Stratta analizó la factibilidad técnica y económica del biodiesel sintetizado a partir del cultivo de soja y a la vez informo sobre el empleo de otras materias primas involucradas en este proceso. Por tanto trata temas acerca de las propiedades del aceite de cocina quemado y las ventajas y la reducción de emisiones que puede tener el uso de biodiesel en los vehículos en Santa Fe; su factibilidad económica con respecto a la venta de los combustibles tradicionales, en la actualidad nacional la situación provincial se analiza la posibilidad al agro de sumar un nuevo rol: aparte de ser el proveedor de alimentos a la población y el sostén de la balanza comercial, dando la posibilidad de contribuir a mejorar el aire, al ser la futura fuente de insumos para la producción de combustibles ecológicos provenientes de recursos renovables, cumpliendo así mismo con la creciente demanda mundial referida a la protección del medioambiente. (Stratta, 2000)

## **2.2 Contexto Nacional**



En Colombia el consumo de grasas y aceites ha aumentado notablemente con los años, los resultados de la ENSIN 2010 refieren que 95.2% de los colombianos consume alimentos fritos, de los cuales el 32% lo hacen a diario y 58.8% cada semana. Además, el 30% de la población consume alimentos como mantequilla, crema de leche y manteca de cerdo. Un estudio realizado en 2008 muestra que el 66% de la población consume mezclas de aceites vegetales, 21% aceite de girasol y 13% otro tipo de aceites y grasas. (Cabezas, Hernández, & Vargas, 2016), por lo tanto se evidencia la necesidad de desarrollar técnicas para tratar esos aceites y evitar que se dispongan en las redes de alcantarillado sin ningún tratamiento y contaminen altamente las fuentes de agua.

A nivel nacional se ha desarrollado varias investigaciones referentes al tema, como es el proyecto “Diseño del proceso de producción del biodiesel a partir de aceites de fritura” desarrollado por Edwin Alberto Bulla en la Universidad Nacional, establece el diseño del proceso de producción de biodiesel, evaluando variables en la etapa de producción definida primero en una esterificación con catálisis homogénea ácida y segunda etapa con una transesterificación con catálisis homogénea básica, obtenido como resultados de rendimiento de 93,52% con el uso de KOH como catalizador, demostrando condiciones óptimas en el estudio aprobando la posibilidad de uso del biodiesel en equipos industriales, que funcionan con combustible diésel. (Bulla, 2014)

En Bogotá en la Universidad Nacional los estudiantes Luisa López, Jenny Bocanegra, Dionisio Malagón desarrollaron un proyecto de investigación denominado “Obtención de biodiesel por transesterificación de aceite de cocina usado (López, Bocanegra, & Malagón-Romero, 2015), realizaron una evaluación de diferentes aceites vegetales para la obtención de biocombustibles con miras a reducir costos de producción, aumentar el rendimiento de la reacción, evitar el uso de materias primas consideradas como no renovables y disminuir la contaminación ambiental. En el trabajo se evaluó la obtención de biodiesel a partir de aceite de cocina usado, empleando la catálisis con hidróxido de sodio, potasio y alcohol mediante el proceso de transesterificación. Realizando primero un procedimiento de caracterización del aceite, luego se identificaron de variables del proceso (catalizador, tipo de alcohol), se

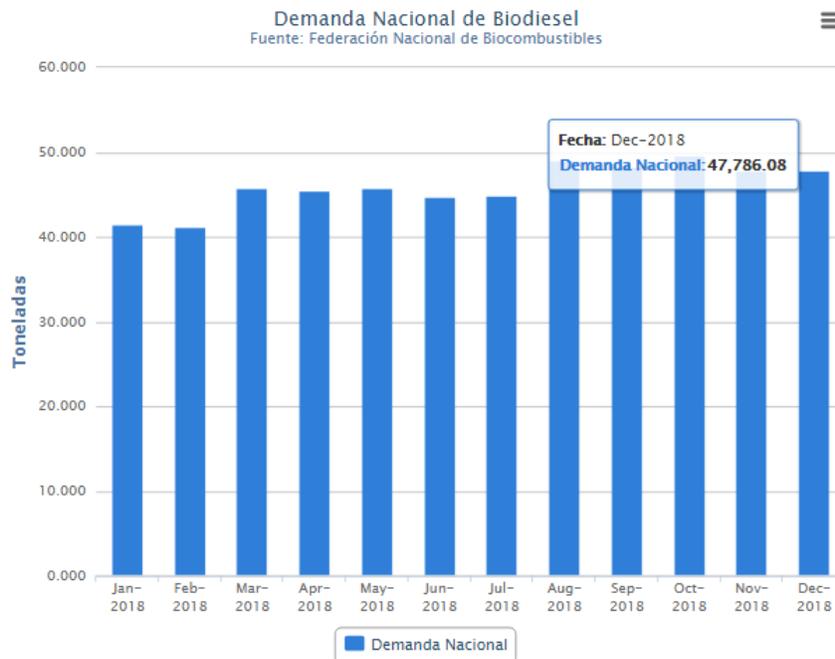


llevó a cabo la transesterificación con un reactor de vidrio, después se realizó la separación y purificación de biodiesel y por último una Cromatografía de gases para determinar la calidad del biodiesel producido. Los resultados de este estudio muestran que se obtuvo rendimiento de 98 % cuando el catalizador fue NaOH y con KOH el rendimiento fue de 88 %. Los resultados de este estudio muestran un alto rendimiento de la reacción al emplear aceite usado, por lo cual su implementación industrial dependerá de la evaluación económica.

Igualmente, en Florencia Caquetá se realizó una investigación en la Universidad de la Amazonia enfocado en la caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina, analizando física y químicamente diferentes tipos de aceites de cocina y los espectros UV-VIS de los mismos. Ensayando diferentes tipos de catalizadores para la reacción de transesterificación se obtuvo como resultado el de mayor rendimiento (87.50%), para la obtención del biodiesel bajo las condiciones de la Amazonia colombiana, es KOH 0,537%p/v/MeOH a una temperatura de 60°C por dos horas y con una proporción catalizador-aceite de 38:190. Al biodiesel producido se le realizó un análisis de cromatografía de gases obteniendo como resultado en todos los casos un predominio de ácido palmítico, ácido oléico y ácido esteárico en los aceites usados y desechados. (Murcia, Chaves, & Rodriguez, 2013)

En la universidad Javeriana en Bogotá los estudiantes Yedis Ojeda, Yeny Marcela Sanchez, Andres Leon y Javier Medina realizaron una investigación acerca de las tecnologías para la producción de biodiesel Colombia en 2007, ellos establecieron las tendencias tecnológicas en el mercado de producción de biodiesel en el mundo, para el desarrollo de este informe se establecieron el estado de desarrollo de las diferentes alternativas tecnológicas de producción de biodiesel y su campo de aplicación, las tecnologías disponibles para la producción de bioetanol y biodiesel utilizan en general procesos muy conocidos como la fermentación de azúcares y transesterificación de aceites vegetales y son denominados como biocombustibles de primera generación. Se determinan las materias primas más utilizadas en la producción de biodiesel y una relación de las ventajas, desventajas y características de la tecnología usada, se hace un análisis de las fuentes alternativas de obtención de biodiesel para el país, y se revisan las experiencias de otros países en este campo.

Grafico 1: Demanda Nacional de Biodiesel



Fuente: (FEDEBIOCOMBUSTIBLES, 2019)

En la universidad de Antioquia en Medellín se desarrolló un estudio acerca de la producción de biodiesel de aceite crudo de palma mediante catálisis heterogénea, estudiaron la producción de biodiesel mediante el uso de catalizadores heterogéneos ácidos y básicos para las etapas de pre-esterificación y transesterificación respectivamente. En ambas reacciones las variables analizadas fueron el tipo de catalizador, la temperatura y el tiempo. Se analizó la conversión del aceite a metilésteres usando cromatografía gaseosa y la estabilidad de los catalizadores mediante su reutilización. Para la transesterificación se obtuvieron conversiones superiores a 95 % de biodiesel. (Cardeño, Ríos, & Franco, 2010)

Se destaca otro estudio realizado por (Medina, Ospino, & Tejada, 2015), “Esterificación Y Transesterificación De Aceites Residuales Para Obtener Biodiesel”, en este trabajo fue estudiada la esterificación por catálisis ácida y la transesterificación alcalina de aceites residuales para obtener biodiesel. Los aceites usados fueron recolectados en restaurantes de la ciudad de Cartagena y se encontró que la variable con mayor efecto en el rendimiento de



La reacción fue la relación aceite-metanol, para las cuales se obtienen rendimientos superiores al 93%. El biodiesel obtenido presentó buenas características de acidez y bajo contenido de azufre. Adicionalmente, se evidenció la necesidad de un pretratamiento a los aceites y una purificación del biodiesel para lograr el cumplimiento de estándares internacionales.

La Unidad de Planeación Minero Energética, El Ministerio de Minas y Energía de Colombia desarrollaron el documento “BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA”, donde se describen aspectos de relevancia nacional tales como: regulación, producción, consumo, precios e igualmente la prospectiva de demanda de alcohol y biodiesel al año 2025. Tratando el esquema tributario que excluye al biodiesel del pago del impuesto a las ventas e impuesto global al ACPM y generando los incentivos para la financiación de proyectos particularmente de cultivos de tardío rendimiento, dando como resultados que las plantas de producción cuya materia prima el aceite de palma han mantenido una producción promedio cercana a los 1,800,000 litros día/l. Además, se hace una análisis de los precios del Biodiesel, dicho precio se fijó en \$6.545/galón a precios del 2010, bajo análisis de costos de la producción del biocombustible para uso en motores diésel, Finalmente trata las posibles proyecciones de la demanda a 2025 y los retos y estrategias que deben desarrollar las empresas para suplir la necesidad energética nacional. (UPME, 2009)

## **Discusión**

Con respecto a los resultados obtenidos del análisis de los casos exitosos se demuestra la reacción química por transesterificación es la más usada para la elaboración de Biodiesel, en términos de eficiencia se reportaron valores mayores al 70% en todos los casos analizados y el catalizador más usado es el Hidróxido de potasio (KOH) por encima del hidróxido de sodio (NaOH) por generar una mayor cantidad de metilésteres, en su reacción con los aceites vegetales usados. Otro elemento importante a la hora de seleccionar el KOH como catalizador tiene que ver con la separación de fases entre el glicerol y el biodiesel, debido a que los jabones obtenidos con potasio son más suaves que los formados con sodio; por lo



tanto, el biodiesel se separa sin mayores gastos de agua. Sin embargo, el factor económico lleva a que generalmente se escoja el NaOH por su menor costo.

## **Conclusiones**

El biodiesel es un importante nuevo biocombustible alternativo que puede producirse a partir de muchos aceites vegetales o materias primas de grasa animal, con altas eficiencias y posible uso para el funcionamiento de motores Diesel.

El uso de Biodiesel es una buena opción para reducir costos de producción de combustibles, aumentar el rendimiento del biocombustible, disminuir la contaminación ambiental y crear una oportunidad energética renovable a nivel mundial.

Uno de los principales beneficios del biodiesel es que prácticamente no contiene azufre y que, debido a la presencia de oxígeno en su composición química, su combustión es más completa, reduciendo la emisión de partículas, monóxido de carbono e hidrocarburos.

El proceso de transesterificación es la reacción más usada para la producción de biodiesel ya que requiere de pocos equipos, reactivos y los productos que genera tienen conversiones muy altas de aceite de cocina a diésel.

El biodiésel reduce las emisiones de partículas sólidas menores a 10 micrones (PM10), monóxido de carbono (CO) y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), peligrosos agentes contaminantes. Las emisiones vehiculares de material particulado se reducen en un 47% cuando se usaba biodiésel, y las de monóxido de carbono en un 48.

Debido a que el costo del aceite usado es menor que el del aceite virgen, se podría usar dicho subproducto como materia prima para la generación de biodiesel.



Otra alternativa podría ser la adaptación tecnológica de las plantas existentes para la utilización de mezclas de aceite usado y aceite virgen, de tal manera que se pueda reducir la cantidad de este último.

## Referencias

- Alfonso, J. A. (2013). Obtención de biodiesel a partir de aceites usados en casa habitación de la comunidad del Refugio. 10. Recuperado el 27 de Febrero de 2018, de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/349/1/Tesis%20Juan%20Antonio%20Alfonso%20Alvarez.pdf>
- Bulla, E. (2014). Diseño del proceso de producción del biodiesel a partir de aceites de fritura. 19-20. Recuperado el 21 de Febrero de 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/45935/1/02300238.2014.pdf>
- Cabezas, C., Hernández, B., & Vargas, M. (30 de Marzo de 2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial . *Rev. Fac. Med.*, 764. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n4/0120-0011-rfmun-64-04-00761.pdf>
- Calle, J., Coello, J., & Castro, P. (2007). OPCIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN EL PERÚ. 12. Recuperado el 28 de Febrero de 2018
- Cardeno, F., Ríos, L., & Franco, A. (2010). Producción de biodiesel de aceite crudo de palma mediante catálisis heterogénea. 85. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n51/n51a09.pdf>
- Echeverría, J., Martínez, J., & Martínez, O. (2013). OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES VEGETALES USADOS Y CATALIZADORES BÁSICOS. 5-8. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/262875262\\_OBTENCION\\_DE\\_BIODIES\\_EL\\_A\\_PARTIR\\_DE\\_ACEITES\\_VEGETALES\\_USADOS\\_Y\\_CATALIZADORES\\_BASICOS](https://www.researchgate.net/publication/262875262_OBTENCION_DE_BIODIES_EL_A_PARTIR_DE_ACEITES_VEGETALES_USADOS_Y_CATALIZADORES_BASICOS)
- FEDEBIOCOMBUSTIBLES. (28 de Febrero de 2018). *Demanda Nacional de Biocombustibles*. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de Federación Nacional de



Biocombustibles: <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-produccion-titulo-Biodiesel.htm>

Ferrari, R., Turtelli, A., & Park, K. (2011). *Biodiesel Production and Quality*. Brasil.

Recuperado el 27 de Febrero de 2018, de <http://cdn.intechweb.org/pdfs/17483.pdf>

García, M., Gandón, J., & Maqueira, Y. (Agosto de 2013). Estudio de la obtención de

biodiesel a partir de aceite comestible usado. *Tecnología Química*, 7. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852013000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852013000200005)

IICA. (2011). *Biodiesel, Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II*

*Biodiesel*. Recuperado el 27 de Febrero de 2018, de

[https://books.google.com.co/books?id=f-](https://books.google.com.co/books?id=f-b7AEZSndAC&pg=PT189&lpg=PT189&dq=En+Colombia+la+principal+fuelle+aceite+es+la+palma+aceitera,+cuya+superficie+de+siembra+es+de+335,5+miles+de+hect%C3%A1reas+aproximadamente,+de+las+cuales+un+65,7%25+se+encuentra+e)

[b7AEZSndAC&pg=PT189&lpg=PT189&dq=En+Colombia+la+principal+fuelle+aceite+es+la+palma+aceitera,+cuya+superficie+de+siembra+es+de+335,5+miles+de+hect%C3%A1reas+aproximadamente,+de+las+cuales+un+65,7%25+se+encuentra+e](https://books.google.com.co/books?id=f-b7AEZSndAC&pg=PT189&lpg=PT189&dq=En+Colombia+la+principal+fuelle+aceite+es+la+palma+aceitera,+cuya+superficie+de+siembra+es+de+335,5+miles+de+hect%C3%A1reas+aproximadamente,+de+las+cuales+un+65,7%25+se+encuentra+e)

López, A., Souto, A., & Pazos, M. (2015). *ANÁLISIS DE BIODIESEL MEDIANTE*

*CROMATOGRAFÍA DE GASES Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS*. Coruña.

Recuperado el 2019 de Febrero de 2018, de

[http://www.edu.xunta.gal/centros/iessardineira/system/files/Proyecto%20Dual\\_BD GC-MS2015.pdf](http://www.edu.xunta.gal/centros/iessardineira/system/files/Proyecto%20Dual_BD GC-MS2015.pdf)

López, L., Bocanegra, J., & Malagón-Romero, D. (2015). Obtención de biodiesel por

transesterificación de aceite de cocina usado. 157. Recuperado el 27 de Febrero de

2019, de <file:///C:/Users/Student/Downloads/5461-Article%20Text-45815-1-10-20150512.pdf>

Medina, M., Ospino, Y., & Tejada, L. (2015). *ESTERIFICACIÓN Y*

*TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITES RESIDUALES PARA OBTENER*

*BIODIESEL*. *LUNA AZUL*, 6. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-24742015000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742015000100003)



- Murcia, B., Chaves, L., & Rodriguez, W. (2013). Caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina . *Revista Colombiana de Biotecnología* , 62. Recuperado el 27 de Febrero de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v15n1/v15n1a7.pdf>
- Sánchez, F., & Orrego, R. (2007). “*Desarrollo del mercado de biocombustibles en el Perú*”. Santiago de Chile. Recuperado el 27 de Febrero de 2018
- Sinha, S., & Agarwal, A. (2008). Biodiesel development from rice bran oil: Transesterification process optimization and fuel characterization. *Energy Conversion and Management*, 49. Recuperado el 27 de Febrero de 2018
- Stratta, J. (2000). BIOCMBUSTIBLES: Los aceites vegetales como constituyentes principales de Biodiesel. 11. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de <http://www.bcr.com.ar>
- UNAM. (2013). *Producción de biodiesel a partir de aceite comestible usado*. MEXICO DF. Recuperado el 27 de FEBRERO de 2018, de [https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria20/feria252\\_01\\_produccion\\_de\\_biodiesel\\_a\\_partir\\_de\\_aceite\\_comesti.pdf](https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria20/feria252_01_produccion_de_biodiesel_a_partir_de_aceite_comesti.pdf)
- UPME. (2009). *BIOCMBUSTIBLES EN COLOMBIA*. Bogota. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de [http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Biocombustibles\\_Colombia.pdf](http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Biocombustibles_Colombia.pdf)