

Biodiesel Casero  
Todo lo que hay que saber para fabricar un buen biodiesel

Gustavo A. Pasquale y Diego M. Ruiz

Texto de Discusión N°2  
Junio de 2010

CEDESU  
Centro de Estudios sobre el Desarrollo Sustentable  
Lavalle 190, 5° piso  
C1053AAO Buenos Aires, Argentina  
Teléfono: 54-11-4312-1885  
Fax: 54-11-4312-1885  
E-mail: [info@cedesu.org](mailto:info@cedesu.org)  
<http://www.cedesu.org>

Biodiesel Casero  
Todo lo que hay que saber para fabricar un buen biodiesel

Gustavo A. Pasquale y Diego M. Ruiz

Texto de Discusión N°2  
Junio de 2010

Resumen

El biodiesel es un combustible que puede obtenerse a partir de aceites vegetales, cuya aplicación resulta útil en un motor Diesel convencional. El presente trabajo describe la preparación sencilla de biodiesel a partir de aceite nuevo y usado, así como las etapas de purificación del mismo.

Abstract

Biodiesel is a fuel that can be obtained from vegetable oils, whose implementation is useful in a conventional Diesel engine. This paper describes the simple preparation of biodiesel from new and used oil and the purification steps of it.

Pertenencia profesional de los autores:

Gustavo A. Pasquale es Licenciado en Química de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) e investigador de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la misma casa de estudios. E-mail: [gustavo@abastonet.com.ar](mailto:gustavo@abastonet.com.ar).

Diego M. Ruiz es Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP e investigador de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la misma casa de estudios. E-mail: [dimruiz@agro.unlp.edu.ar](mailto:dimruiz@agro.unlp.edu.ar).

Las opiniones vertidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen en forma alguna las instituciones a las que pertenece.

## **Introducción**

Se llama biodiesel a un combustible alternativo renovable de origen vegetal, derivado de aceites vegetales y/o animales, cuyas características físico-químicas se asemejan al gas-oil. Es biodegradable y no tóxico, no contiene azufre y compuestos aromáticos, es compatible con el combustible diesel, y posee algunas características distintas debido a su origen oleoso. (Ma & Hanna, 1999).

Lo interesante de este combustible reside en la facilidad de su preparación, y en que se obtiene un combustible superior a aquellos derivados del petróleo, dando un mejor funcionamiento y mayor durabilidad al motor, así como también una mejor relación con el medio ambiente y por lo tanto un beneficio a la salud (Stratta, 2000). Si se lo produce a partir de desechos de aceite, también se estará eliminando del medio un contaminante como es el aceite usado. Pero una cosa hay que tener en claro, que este tipo de combustible no podrá sustituir totalmente a los combustibles fósiles, pero sí complementarlos en forma de diferentes mezclas con el fin de reducir la dependencia respecto del petróleo y sus emisiones.

Un combustible es cualquier material capaz de liberar energía cuando su estructura física o química es cambiada o transformada. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable. El combustible se combina con el oxígeno de manera rápida, y en el transcurso de la reacción se liberan grandes cantidades de calor y gases. Muchos de estos gases pertenecen a los llamados gases de efecto invernadero, mientras que otros son muy tóxicos, dependiendo esto del combustible de partida. Los combustibles pueden ser divididos en fósiles o biocombustibles. Los primeros también llamados combustibles minerales, son mezclas de compuestos orgánicos que se extraen del subsuelo con el objetivo de producir energía por combustión; ejemplo de estos combustibles son el carbón, el petróleo y el gas natural. Su uso no es compatible con el medio ambiente, pues genera grandes cantidades de dióxido de carbono (el principal responsable del efecto invernadero), dióxido de azufre, óxidos de nitrógenos (responsables de las lluvias ácidas), y compuestos altamente tóxicos como son los compuestos orgánicos volátiles (causantes de muchas afecciones respiratorias).

Se llama biocombustibles a todo tipo de combustible proveniente de la biomasa, como por ejemplo aceite, biodiesel, etanol (bioetanol), leña (hidratos de carbono), etc. Disminuyen las emisiones de dióxido de carbono y azufre a la atmósfera, no liberan compuestos aromáticos y resultan biodegradables.

### **1. Fundamentación**

Antes de comenzar con la “fabricación del biodiesel” resulta necesario repasar algunos conceptos de química, ya que no es lo mismo un aceite vegetal que uno mineral, ni hablar de alcohol metílico en lugar de etílico, o desconocer que el hidróxido de sodio y la soda cáustica son la misma cosa.

Desde el punto de vista químico, se va a hacer una reacción química, se van a mezclar reactivos y al cabo de un tiempo se obtendrán productos, en nuestro caso un combustible. A esta se la denomina “reacción de transesterificación” de un aceite

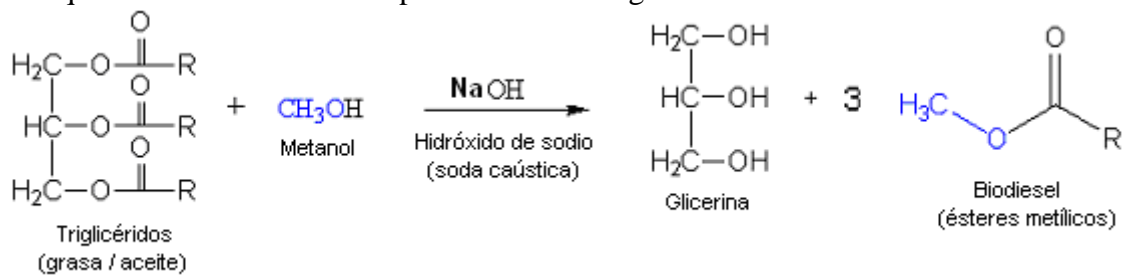
vegetal. Los reactivos de partida van a ser aceite vegetal o grasa animal, alcohol metílico y soda cáustica:

- Los aceites vegetales así como las grasas animales son, desde el punto de vista químico, triglicéridos; la diferencia en su nombre se debe a su estado físico, pues aquellos triglicéridos que son sólidos a temperatura ambiente son los llamados grasas, y los que se muestran líquidos se llaman aceites. No hay que confundir a estos aceites con los aceites minerales utilizados para lubricación, que son derivados del petróleo y por lo tanto no están constituidos por triglicéridos sino por mezclas de hidrocarburos.

- El alcohol que se utiliza para la preparación es el alcohol metílico, conocido también como “alcohol de quemar” o metanol. Este es diferente desde el punto de vista físico-químico al alcohol etílico o etanol, que es el de las bebidas alcohólicas, resultando el metanol un potente veneno.

- El tercer componente es el hidróxido de sodio, comúnmente conocido bajo el nombre de soda cáustica, que se puede conseguir fácilmente en cualquier ferretería, y es utilizado frecuentemente para destapar cañerías.

Una vez presentados los reactivos de la reacción, hay que tener en cuenta que existen más de una forma de obtener el biodiesel (Meher et. al, 2006), siendo la más fácil de todas la que se hace en un solo paso, y es el llamado método alcalino de una sola etapa. Los químicos lo resumiríamos por medio de la siguiente reacción:



Como producto de la reacción se obtienen glicerina y ésteres metílicos (un grupo de compuestos conocido con la sigla FAME – *Fatty acids methyl esters*), comúnmente conocido como biodiesel. La condiciones de esta reacción no son muy difícil de lograr: Un medio libre de agua, una temperatura de 45 °C y una agitación no muy violenta son suficientes. Tomar el recaudo de dejar reaccionar por una hora para asegurarse que la misma finalizó; al cabo de ese tiempo se deja reposar y si la reacción fue completa deberían observarse, al cabo de un tiempo, dos fases en la mezcla, una superior que contiene al biodiesel y una inferior, conformada por la glicerina. Ahora estamos en condiciones de fabricar el biodiesel:

## 2. Preparación de biodiesel

### *A partir de aceite nuevo*

Medir 1 litro de aceite nuevo.

Medir 200 cm<sup>3</sup> de metanol (alcohol metílico).

Pesar 3.5 gr. de NaOH (hidróxido de sodio o soda cáustica ).

Disolver el NaOH en el metanol (se formará metóxido de sodio)

Calentar el aceite entre 45-50 °C.  
Agregar la mezcla metanol/NaOH (metóxido de sodio) al aceite.  
Agitar durante una hora.  
Dejar reposar.  
Separar el biodiesel de la glicerina.

### ***A partir de aceite usado***

Medir 1 litro de aceite usado.  
Medir 200 cm<sup>3</sup> de metanol.  
Pesar la cantidad de NaOH dada por la titulación del aceite  
Disolver el NaOH en el metanol  
Calentar el aceite a 100 °C durante unos minutos (secado del aceite).  
Dejar enfriar hasta 45-50 °C.  
Agregar la mezcla metanol/NaOH al aceite.  
Agitar durante una hora.  
Dejar reposar.  
Separar el biodiesel de la glicerina.

### ***Titulación del aceite usado.***

Mezclar en un recipiente de vidrio 1 cm<sup>3</sup> de aceite usado, 10 cm<sup>3</sup> de alcohol isopropílico y 6 gotas de fenolftaleína.  
Con una jeringa graduada se deja caer gota a gota solución de NaOH 0,1 % p/v ( 0,1 gr. de NaOH cada 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada ) hasta viraje del color de la fenolftaleína (incolores a rosa)  
Medir el volumen de NaOH necesario para virar el indicador.

### ***Cálculo:***

1 gramo de NaOH por cada mililitro de solución de NaOH 0.1 %p/v, más 3.5 gr. de NaOH por litro de aceite.

### ***Ejemplo:***

Si gasto 2.4 ml de soluc de NaOH y quiero preparar 150 lt

2.4 gr de NaOH X 150 lt = 360 g de NaOH

3.5 gr de NaOH X 150 lt = 525 g de NaOH

360 g + 525 g = 885 gramos de NaOH

Por cada mililitro de solución gastada se debe agregar 1 gramo extra de NaOH por litro de aceite.

Normalmente 6-7 gramos de NaOH por litro de aceite usado. El aceite de restaurante requiere aproximadamente unos 3 ml de solución de NaOH. Y la grasa muy mala de comida rápida puede usar hasta 10 ml, lo que es inutilizable.

Una vez terminada la reacción se la deja reposar, al cabo de una hora la glicerina se deposita en el fondo del recipiente, mientras que en la parte superior se encuentra el biodiesel. La soda cáustica y el alcohol en exceso (en esta reacción el metanol se agrega en exceso) se encuentra en la fase de la glicerina, pero muy poco queda en el biodiesel, por lo que es necesario lavar el combustible.

### ***Lavado***

El lavado tiene como objetivo eliminar todos aquellos compuestos disueltos en el biodiesel, estos pueden ser la soda cáustica, la glicerina, el alcohol, y el jabón que se pudo haber formado en la reacción. Todos ellos presentan una buena solubilidad en agua y mala en biodiesel; así, sabiendo que el biodiesel es insoluble en agua, el lavado consiste simplemente en agregarle agua al combustible y agitarlo bruscamente por un tiempo de cinco minutos. Al dejar reposando para separar las fases, el agua con las impurezas irá al fondo del recipiente y el biodiesel quedará en la parte superior. El lavado se debe repetir hasta que el agua se observe limpia (libre de jabón), generalmente con dos lavados es suficiente.

El lavado es la primera prueba de calidad del biocombustible, si al agitarlo con agua, el biodiesel posee mucho jabón, la emulsión que se forma no se separa o tarda mucho en separarse, si el biodiesel obtenido es de buena calidad la separación se logra en unos minutos. El lavado con agitación es rápido y económico (en agua y tiempo); el único requisito es una reacción de transesterificación bien hecha. Para no preocuparnos por el lavado hay que lograr que la reacción sea lo más perfecta posible, esto va a depender del secado y de una buena titulación del aceite.

### ***Secado***

Antes de utilizar el biodiesel en el motor, es vital extraer toda el agua del combustible, pues el agua puede resultar muy dañina para el motor. El secado con burbuja consiste en conectar un compresor de aire a un trozo enrollado de tubería de cobre con pequeños agujeros. Aquí es importante tener un recipiente ancho para crear la mayor superficie de contacto posible entre el aire y el biodiesel. También es importante tener un sistema de burbujeo que pueda transmitir burbujas a través de todo el biodiesel. Este método se basa en crear una interfase entre el biodiesel y el agua para contribuir a que esta se evapore del biodiesel.

### ***Almacenamiento***

El biodiesel así obtenido no requiere un almacenaje especial. De hecho estando puro o en mezcla puede ser almacenado igual que el gasoil, excepto en tanques de concreto. En niveles altos de mezcla puede deteriorar gomas o materiales de poliuretano. Al tener un alto poder de ignición, es seguro para el transporte y se manipula como el gasoil.

*Costo aproximado por litro de Biodiesel (26/3/2010):*

1 lt. de aceite usado:	\$ 0,0
200 cm <sup>3</sup> de metanol:	\$ 1,30
6,0 gr. de soda cáustica:	\$ 0,04
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 1,34 (Pesos Argentinos)/ litro de biodiesel</b>

***Algunas consideraciones a tener en cuenta al manipular los reactivos y productos***

***- Aceite***

Si el aceite es de fritura, es posible que tenga alguna cantidad de agua y partículas de comida. Entre más usado haya sido el aceite para cocinar, más rápido comenzará a descomponerse. A medida que el aceite se vaya descomponiendo progresivamente, más ácidos grasos van a empezar a formarse. Tanto los ácidos grasos como el agua interfieren en la obtención del biodiesel. Siempre es bueno filtrar el aceite usado de modo que las partículas pequeñas de comida no pasen al aceite ya que estas van acompañadas de agua. Cabe aclarar que la obtención de biodiesel se debe hacer en ausencia de agua, ya que si hay agua en el medio de reacción, se obtiene jabón, y éste dificulta la separación del biodiesel de la glicerina y en el lavado dificulta la separación del agua del biodiesel.

**Prueba cualitativa del agua:** (Prueba de borboteo), la prueba se lleva a cabo calentando una muestra pequeña de aceite en una recipiente pequeña para ver si el aceite comienza a borbotear mientras alcanza el punto de ebullición de agua (100 °C). Si el aceite alcanza una temperatura de 100 °C sin observar borboteo, el aceite está seco, si en cambio cerca de los 100 °C, se observe una fritura, el aceite contiene agua y no será apto para obtener el biocombustible.

**Prueba cuantitativa del agua:** Se pesa un recipiente vacío a la décima de gramo, y se anota el peso. Tomar una muestra de 400 ml de aceite (a mayor volumen menor error, la muestra que se toma tiene que ser representativa del total). Pesar la muestra en el envase, y anotar el peso. Restar ambos pesos, el resultado lo llamamos “peso mojado”. Calentar la muestra de aceite hasta alcanzar una temperatura de 120 °C. Mantener la temperatura hasta que no se observen más burbujas en el aceite. Dejar enfriar lentamente. Pesar el envase con el aceite. Restarle el peso del envase. A este peso la llamamos “peso seco”

Peso mojado – Peso seco = cantidad de agua en la muestra

Porcentaje de agua en la muestra = (Cantidad de agua / Peso mojado) x 100

**Nota:** Evitar la salpicadura, para ello hay que calentar suavemente, y en lo posible agitar para favorecer el burbujeo.

**Secado del aceite:** Filtrar el aceite ayuda a remover muchas de las partículas que están suspendidas en el aceite. La filtración ayuda a remover el agua porque las partículas pequeñas de comida generalmente retienen agua. Después de pasar el aceite a través de un colador de metal, filtrar a través de un pedazo de tela. Más filtración siempre es útil y un sistema de filtros de bolsa es ideal. Calentar el aceite hasta alcanzar una temperatura de 120 °C. Mantener a esa temperatura durante 5 minutos.

### **- Grasas**

Además de los aceites vegetales y los aceites de fritura usados, las grasas animales, y más concretamente el sebo de vaca, pueden utilizarse como materia prima de la transesterificación para obtener biodiésel.

### **- Metanol**

Alcohol metílico, metanol o alcohol de quemar. Pertenece a la familia de los alcoholes cuya fórmula es  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Estado de agregación líquido. Punto de ebullición  $64,7\text{ }^\circ\text{C}$ . Densidad =  $0,7918\text{ g/cm}^3$ . Apariencia incolora. Punto de inflamabilidad =  $12\text{ }^\circ\text{C}$ . Temperatura de autoignición =  $385\text{ }^\circ\text{C}$ . Es un líquido ligero, incoloro, inflamable y tóxico que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible. A concentraciones elevadas el metanol puede causar dolor de cabeza, mareo, náusea, vómitos y muerte (en el peor de los casos). Una exposición aguda puede causar ceguera o pérdida de la visión, ya que puede dañar seriamente el nervio óptico. Una exposición crónica puede ser causa de daños al hígado o de cirrosis. La dosis letal de metanol para los humanos varía entre 0,3 gramos y 1 gramo por kilogramo de masa corpórea. Ingestión: puede producir ceguera y sordera. Inhalación: Por evaporación de esta sustancia a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva en el aire. Piel: Puede producir dermatitis. Ojos: Irritación.

### **- Etanol**

Alcohol etílico, o el alcohol de las bebidas. Este alcohol también puede ser utilizado para la obtención del biocombustible, y no es tan tóxico como el metanol, pero el inconveniente que presenta es su contenido en agua (recordemos que el agua no debe estar presente en la obtención del biodiésel), alrededor de un 4 %, comercialmente se lo vende como alcohol al 96°, lo que está indicando un 4% de agua, la eliminación de ese porcentaje de agua, encarecería mucho el precio del alcohol.

### **- Hidróxido de sodio**

Sosa cáustica o soda cáustica. Pertenece a la familia de las bases. A temperatura ambiente, el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%. Punto de fusión  $323\text{ }^\circ\text{C}$ , Punto de ebullición  $1390\text{ }^\circ\text{C}$ . Densidad =  $2,1\text{ g/cm}^3$ . Ingestión: Puede causar daños graves y permanentes al sistema gastrointestinal. Inhalación: Irritación con pequeñas exposiciones, puede ser dañino o mortal en altas dosis. Piel: Peligroso. Los síntomas van desde irritaciones leves hasta úlceras graves. Ojos: Peligroso. Puede causar quemaduras, daños a la córnea.

### **- Metóxido de sodio**

Al disolver la soda cáustica en el alcohol se forma metóxido de sodio, el cual se debe tratar con extremo cuidado. No respirar sus vapores. Si se cae sobre la piel produce una quemadura que muchas veces no se nota porque va matando los nervios. Hay que lavar



la zona con muchísima agua. Cuando se manipula metóxido de sodio se debe tener siempre cerca agua corriente.

El metóxido de sodio también es muy corrosivo para las pinturas. La lejía (NaOH) reacciona con el aluminio, el estaño y el zinc. Se puede utilizar recipientes de vidrio, acero inoxidable, o esmaltados. Los mejores son los de acero inoxidable.

### **- Glicerina**

1,2,3-propanotriol, glicerina, impura o glicerol, cuando es puro. Es un alcohol cuya molécula es  $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$ . Estado de agregación líquido. Punto de fusión 18 °C. Punto de ebullición 290 °C. Densidad = 1.261 g/cm<sup>3</sup>. Apariencia incolora. Punto de inflamabilidad = 160 °C. Temperatura de autoignición = 350 °C.

La glicerina es soluble en agua y en alcohol, pero no en aceite, ni éter ni en muchos solventes orgánicos. Muchos productos se disuelven en glicerina, por lo que es un buen disolvente. La glicerina es altamente hidróscopica, por lo que absorbe el agua del aire, y se convertirá con el tiempo, en un 80% de glicerina y un 20% de agua. La acción suavizante de los jabones de glicerina se debe a que atrae humedad hacia la piel. La grasa animal como las vegetales contiene de un 7% a un 13% de glicerina. Los jabones de glicerina contienen entre un 15% a un 20% de glicerina pura. Conocida como jabón de glicerina moldeable. La glicerina líquida es resistente a la cristalización, pero puede cristalizar a baja temperatura.

### **3. Referencias Bibliográficas**

Ma, F., Hanna, M.A., 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology* 70, 1-15.

Meher L.C., Vidya Sagar, D.; Naik S.N., 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 10, 248–268.

Stratta, J., 2000. Biocombustibles: los aceites vegetales como constituyentes principales del biodiesel. Bolsa de Comercio de Rosario. Agosto 2000.

**Si es de su interés, tenga a bien enviar la solicitud por e-mail para recibir las publicaciones de CEDESU:**

#### **SECRETARIA CEDESU**

Centro de Estudios sobre el Desarrollo Sustentable

Lavalle 190, 5° piso

C1053AAO Buenos Aires, Argentina

Teléfono: 54-11-4312-1885

Por fax: 54-11-4312-1885

Por e-mail: [info@cedesu.org](mailto:info@cedesu.org)

<http://www.cedesu.org>