

Proceso para la producción de BIODIÉSEL (metilester o esteres metílicos de ácidos grasos)

Descripción, materias primas y servicios necesarios.

Ing. Rodolfo José Larosa

Enero 2003

Abstract: En la presente se reseñan las características de los esteres metílicos de los ácidos grasos, el empleo de los mismos como combustibles para motores diesel y el procedimiento para su fabricación a partir de aceites y/o grasas animales o vegetales.

1. Introducción:

El Biodiésel es un combustible sustituto del gas-oil para motores diesel, el cual puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales) y metanol (el cual también puede ser producido a partir de residuos de la agricultura). [1] [2]

El biodiésel posee las mismas propiedades del combustible diesel empleado como combustible para automóviles, camiones, ómnibus y puede ser mezclado en cualquier proporción con el diesel obtenido de la refinación del petróleo.

No es necesario efectuar ninguna modificación en los motores para poder emplear este combustible. Importantes fabricantes de vehículos europeos efectuaron pruebas con resultados satisfactorios en automóviles, camiones y ómnibus.

En Estados Unidos es el único combustible alternativo que responde a las directivas EPA Tier I Health Effects Sección 211 (b) de Clean Air Act.

El biodiésel, desde el punto de vista de la inflamabilidad y toxicidad, es más seguro que el gas-oil proveniente del petróleo, no es peligroso para el ambiente y es biodegradable.

Entre otras ventajas respecto del gas-oil derivado del petróleo son:

Emissiones:

- Monóxido de carbono (CO) : la emisión durante la combustión del biodiésel en motores diesel es del orden del 50% inferior (comparada con aquella que produce el mismo motor con combustible diesel) . Es conocida la toxicidad del monóxido de carbono sobre todo en las ciudades.
- Dióxido de azufre (SO₂) : no se produce emisión de dióxido de azufre por cuanto el biodiésel no contiene azufre. El dióxido de azufre es nocivo para la salud humana así como para la vegetación.
- Material particulado: esta emisión con el empleo del biodiésel se reduce del 65% respecto del combustible diesel. Las partículas finas son nocivas para la salud.
- Productos orgánicos aromáticos: el biodiésel no contiene productos aromáticos (benceno y derivados) siendo conocida la elevada toxicidad de los mismos para la salud.
- Balance de dióxido de carbono (CO₂) : el dióxido de carbono emitido durante la combustión del biodiésel es totalmente reabsorbido por los vegetales. Por lo tanto el biodiésel puede ser considerado un combustible renovable.

Conclusión: el biodiésel no es nocivo para la salud humana, para la vegetación, los animales vivos y no daña monumentos y/o edificios. Por tal motivo su empleo es ventajoso frente al combustible diesel sobre todo para el transporte público en las grandes ciudades. Es seguro y fácil de transportar debido a que es biodegradable y posee un punto de inflamación superior al del diesel petrolífero.

En la siguiente tabla se resumen las características típicas del biodiésel y del diesel petrolífero:

Datos físico - químicos	Biodiésel	Diesel
Composición combustible	Ester metílico ac. Grasos C ₁₂ - C ₂₂	Hidrocarburo C ₁₀ -C ₂₁
Poder calorífico inferior, kcal/kg (aprox.)	9500	10800
Viscosidad cinemática, cst (a 40°C)	3,5 - 5,0	3,0 - 4,5

Peso específico, g/cm ³	0,875 - 0,900	0,850
Azufre, % P	0	0,2
Punto ebullición, °C	190 - 340	180 - 335
Punto inflamación, °C	120 - 170	60- 80
Punto escurrimiento, °C	-15 / +16	-35 / -15
Número cetanos	48 - 60	46
Relación estequiométrica Aire/comb. p/p	13,8	15

Balance energético:

El balance energético del biodiésel, considerando la diferencia entre la energía que produce 1 Kg. de biodiésel y la energía necesaria para la producción del mismo, desde la fase agrícola hasta la fase industrial es positivo al menos en de 30%. Por lo tanto O sea desde el punto de vista energético no agota los recursos de la naturaleza.

Además de las consideraciones favorables desde el punto de vista ecológico y energético merece destacarse la posibilidad del empleo inmediato en los motores :

El biodiésel quema perfectamente no requiriendo ningún tipo de modificación en motores existentes pudiendo alimentarse alternativamente con este o combustible diesel o la mezcla de ambos. Esta es una diferencia importante respecto de otras experiencias de sustitución de combustibles como la brasileña con el etanol, donde era necesario efectuar en los motores modificaciones irreversibles.

El empleo de biodiésel aumenta la vida de los motores debido a que posee un poder lubricante mayor mientras el consumo de combustible además la auto ignición, la potencia y el torque del motor permanecen inalterados.

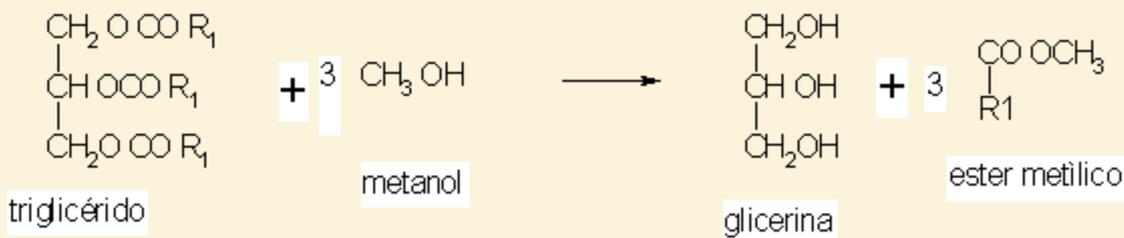
El biodiésel fue asimismo probado por fuerzas armadas de diversos países europeos siendo empleado en tanques de combate y otros vehículos militares con muy buenos resultados.

Hoy en Europa varios centenares de miles de toneladas del mismo se producen y vuelcan en el mercado consumidor. La especificación del producto fue acordada, emitida y aprobada por todos los gobiernos de la Comunidad Económica Europea. Los principales países productores son: Alemania, Francia, Italia, Bélgica y Austria. Hoy en día este combustible no es una alternativa experimental es una realidad en el mercado europeo.

Es asimismo de particular interés para aquellos países que poseen una gran potencialidad agropecuaria con la posibilidad de producir oleaginosas, con costos reducidos, ya que les permite mantener o aumentar el área sembrada, mantener el precio de las oleaginosas y de este modo crear una nueva actividad agroindustrial que expande ya sea la producción agraria y la aceitera creando puestos de trabajo y favoreciendo en definitiva al ambiente.

Desde el punto de vista químico el biodiésel es una mezcla de los esteres metílicos de los ácidos grasos triglicéridos de los aceites vegetales y o grasas animales empleados como materia prima [2]. En Europa la materia prima fundamental es la colza, ya que es la oleaginosa existente más económica, pudiendo emplearse otros aceites vegetales como ser: girasol, palma, soja. Otras posibilidades son emplear grasas animales de bajo costo y el aceite exhausto empleado para frituras.

La reacción de transesterificación es la siguiente:



R1= radical alquílico

Para la producción de 1 (una) t. de biodiésel son necesarios: 1 t. de aceites vegetales y/o grasas animales, 0,1 ton. de alcohol metílico. Otros productos necesarios en menor medida para su producción son productos químicos de fácil obtención en el mercado local o internacional.

Es importante subrayar que la planta de biodiésel produce además glicerol bruto como subproducto (10 % aprox. De la producción de biodiésel). La glicerina producida una vez refinada puede ser empleada en distintos campos como ser : industria química (plásticos, pinturas, conservantes) , cosmética, farmacéutica, explosivos.

Como se mencionara precedentemente los esteres metílicos de los ácidos grasos son además un valioso intermedio útil para preparar:

- Alcoholes grasos (materias primas para la preparación de detergentes aniónicos, emulsionantes, plastificantes, retardantes en la evaporación del agua en cosméticos).
- Esteres de ácidos grasos que no es posible obtener por esterificación directa,

Representando por lo tanto un producto muy valioso para producir derivados oleoquímicos.

Desde el punto de vista del impacto ambiental y seguridad el proceso no es contaminante.

Una elevada productividad, bajos costos de inversión hacen que sea factible encarar este emprendimiento teniendo en cuenta además la posibilidad de construir localmente aquello que la industria del país en condiciones de competitividad y calidad pueda fabricar (tanques, reactores, bombas, instrumental, etc).

2. Producción:

BIODIÉSEL:

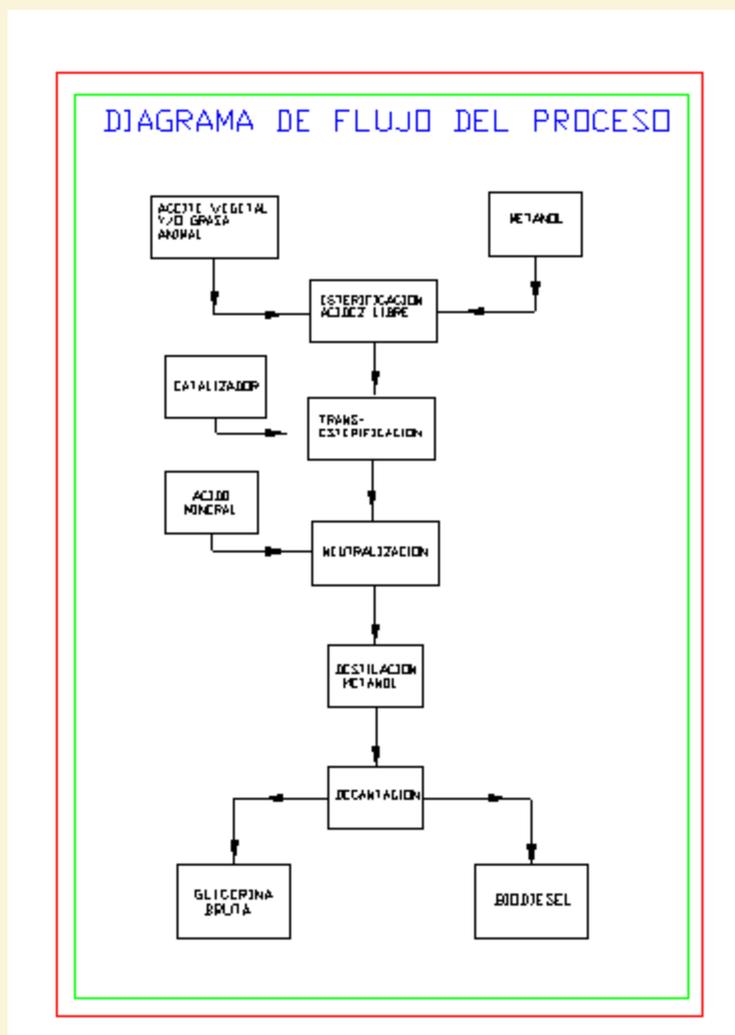
La producción del biodiésel es bien conocida y citada extensamente en la literatura y a través de diversos medios informativos [3]. Básicamente se elabora mediante la transesterificación de grasas y aceites con alcohol metílico en ambiente básico. Los catalizadores a emplear pueden ser soda cáustica o metilato sódico, ambos en solución metanólica.

Esta es la vía actualmente empleada para producirlo, ya que es la más económica, ofreciendo entre otras las siguientes ventajas:

- v Elevada conversión (98%) con pocas reacciones secundarias y reducido tiempo de reacción.
- v Conversión directa a ester metílico sin pasos intermedios.
- v Materiales de construcción estándar (AISI 304 y acero al carbono)

El procedimiento que se desarrollará en el presente artículo describe su producción mediante el proceso continuo. A diferencia de otros procesos comerciales existentes en el mercado el presente se caracteriza por cuanto el equipamiento de la planta es de fácil obtención y/o construcción en muchos países con capacidad para producir calderería, sin necesidad de tener que recurrir a equipos costosos, que requieren además de mantenimiento especializado (Ej., centrífugas), y los materiales para su construcción poseen reducidos costos relativos. El proceso batch es conveniente para producciones pequeñas de no más de 10.000.- (diez mil) t/año. En el mismo la reacción y la destilación del metanol en exceso es del tipo batch, la decantación es continua.

El diagrama de flujo del proceso de producción del biodiésel se puede observar en la figura que se encuentra sobre la derecha.



Este proceso prevé el empleo de aceites o grasas que contienen acidez libre, y en su primera fase los ácidos grasos libres se transforman en más metilester. Esta es una ulterior ventaja ya que no es necesario procesar previamente grasas y/o aceites para eliminar tales impurezas obteniéndose además un rendimiento superior respecto de los triglicéridos de partida.

El esquema simplificado de una planta continua para producir el biodiésel se puede observar en el diagrama siguiente:

c

En el mezclador estático MX 1 se mezclan el alcohol metílico y el aceite que contiene ácidos grasos libres. Este producto se hace pasar luego a través del reactor (R 1) que funciona con catalizador en lecho fijo donde se produce la reacción de esterificación de los ácidos grasos libres. La corriente proveniente de esta unidad se mezcla en la unidad estática MX 2 con el metanol necesario para la transesterificación, más un pequeño exceso del mismo, y el catalizador. Esta corriente ingresa en el reactor tubular R 2 en el cual se produce la transesterificación de los triglicéridos. El producto de la reacción, compuesto por el metilester, la glicerina, el metanol en exceso y el catalizador, debe ser neutralizado. Para ello se mezcla en la unidad estática MX 3, con un ácido mineral en la cantidad necesaria. Posteriormente en la unidad de destilación flash FC se despoja al producto de los volátiles, compuestos fundamentalmente por el alcohol metílico en exceso. Los vapores de metanol se condensan y se envían al tanque de almacenamiento, del cual será nuevamente introducido en el ciclo. El producto de fondo del evaporador flash FC, que contiene el metilester, la glicerina, sales y agua se envía al decantador continuo D, en el cual se separa el metilester del resto de los productos. La fase ligera (biodiésel) se envía al tanque de almacenaje, mientras la fase pesada (glicerina bruta) que contiene glicerina (aprox 90%) , agua y sales se envía asimismo al almacenaje. [4]

A continuación se indican los consumos específicos (valores aproximados), para la producción de 1 ton de biodiésel así como los subproductos de recuperación:

ITEM	CONSUMO
<u>MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES</u>	
Aceite vegetal refinado	1030 Kg.
Metanol	102 Kg.
Catalizador (metilato de sodio)	6,2 Kg.
Ácido mineral	6 kg
Glicerina bruta	112 Kg. (título: 85% min)
<u>SERVICIOS</u>	
Agua enfriamiento	20 m3
Vapor de agua(a 4 bar)	350 Kg.
Energía eléctrica	50 Kwh.
Nitrógeno	3,2 N m ³
Aire instrumentos	4,8 N m ³

[1] Chemical Engineering 100, 2, Feb 1993

[2] La Chimica Verde – Italo Pasquon –Luciano Zanderighi – Hoepli –Milano 1987

[3] www.biodiesel.org

[4] Kirk Othmer – Chemical Technology Enciclopedy

Datos sobre el autor:

Graduado en la Universidad Tecnológica Nacional - Buenos Aires - Argentina .

Actualmente es consultor de empresas en el sector químico-farmacéutico, desarrollando su actividad como tecnólogo de proceso en el campo de la química fina y en la separación sólido líquido.

Fue director Técnico de la empresa Glaris Spa- ITALIA, sociedad que a partir de 1990 realizó las primeras pruebas tecnológicas a escala piloto y semi-industrial para la obtención de esteres metílicos de ácidos grasos a partir de diversos aceites vegetales. Asimismo, dicha empresa, produjo por cuenta de un importante holding de la industria química italiana el biodiésel necesario para la realización de pruebas de uso del biodiésel por parte de vehículos de transporte de pasajeros de algunas ciudades italianas y suizas.

Tel.: 0039-339-4641277

Correo electrónico: rodlar@tin.it

[Página principal](#)