



Efrén Aguilar Garnica



# **Biodiésel** producido a partir de desechos de **trampas de grasa**

Este artículo ofrece una visión actual y amena en relación con la producción de biodiésel a partir de residuos de trampas de grasa. Se describen las ventajas y desventajas del biodiésel; luego se habla sobre las diversas materias primas a partir de las cuales se puede producir este biocombustible; después, se trata el tema de la producción de biodiésel a partir de desechos de trampas de grasa y, finalmente, se describen las expectativas actuales en relación con este proceso de producción.

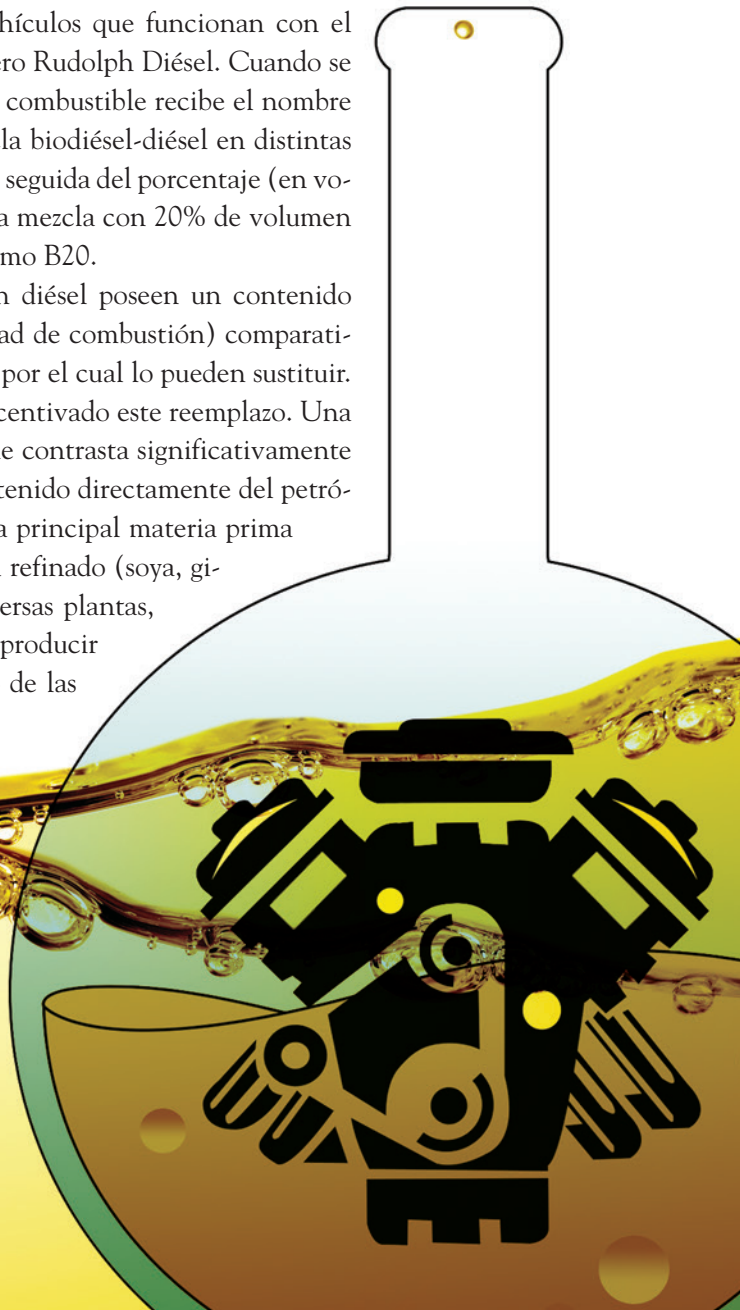




### Introducción

El biodiésel es una mezcla líquida y homogénea de color amarillento que puede reemplazar al gasóleo o diésel en vehículos que funcionan con el motor diseñado originalmente por el ingeniero Rudolph Diésel. Cuando se agrega únicamente biodiésel a este motor, el combustible recibe el nombre de B100, aunque normalmente se agrega una mezcla biodiésel-diésel en distintas proporciones. A estas mezclas se les asigna la letra B seguida del porcentaje (en volumen) del biodiésel en la mezcla. Por ejemplo, una mezcla con 20% de volumen biodiésel y 80% de volumen diésel es etiquetada como B20.

Tanto el biodiésel como todas sus mezclas con diésel poseen un contenido energético y un índice de cetanos (es decir, facilidad de combustión) comparativamente similares a los que posee el diésel, motivo por el cual lo pueden sustituir. Sin embargo, hay otras razones por las que se ha incentivado este reemplazo. Una de ellas es la naturaleza renovable del biodiésel, que contrasta significativamente con el carácter no renovable del gasóleo, que es obtenido directamente del petróleo. Se dice que el biodiésel es renovable porque la principal materia prima con la que se produce, normalmente aceite vegetal refinado (soya, girasol, palma, jatropha), puede ser obtenida de diversas plantas, temporada tras temporada. Por cierto, el hecho de producir este combustible a partir de aceite que es extraído de las





plantas cultivables es la razón por la que se utiliza el prefijo *bio-* para referirse a él.

Otro de los motivos por los que se ha pensado en sustituir el diésel obtenido del petróleo (por ejemplo, petrodiesel) por biodiesel o sus mezclas es la biodegradabilidad de estos últimos. Esta característica, definida como la capacidad de una sustancia para descomponerse, bajo condiciones naturales, en sustancias más simples (como  $\text{CO}_2$  y agua) debido a la acción de agentes biológicos como plantas, microorganismos, animales y hongos, ya se analizó para el B100 y para el B20, y se concluyó que en 28 días ambos habían desprendido 89% del  $\text{CO}_2$  que teóricamente podían producir, mientras que el petrodiesel había desprendido apenas 18% del  $\text{CO}_2$  esperado. Aquí es importante mencionar que la biodegradabilidad del biodiesel puede ser considerada como una gran ventaja en caso de un eventual derrame del combustible, pero puede ser considerada también una potencial desventaja para cuestiones de su transportación y almacenamiento.

Una razón más por la que se ha considerado al biodiesel y a sus mezclas como combustibles sustitutos es la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero (hidrocarburos no quemados, monóxido y dióxido de carbono, partículas suspendidas, sulfatos, ozono) que su combustión ofrece respecto a la del petrodiesel.

Sin embargo, el uso de biodiesel y sus mezclas no sólo ofrece las ventajas anteriormente descritas, sino que también



presenta una serie de desventajas (no todo en la vida es color de rosa, ¿cierto?).

Por ejemplo, se ha demostrado que el nivel de óxidos de nitrógeno generados en la combustión del B100 y el B20 es mayor que el producido por el petrodiesel. En otras palabras, el uso del B100 y el B20 provoca la disminución de ciertos productos de combustión, pero al mismo tiempo ocasiona un incremento en otros. Una desventaja más del biodiesel y sus mezclas reside en las propiedades que poseen como solventes; este hecho ocasiona la degradación de sustancias tales como el caucho o poliuretano, que son componentes de mangueras y retenes del motor. Actualmente se está trabajando a nivel mundial para minimizar estas desventajas, aunque el principal reto es lograr disminuir el costo de producción del biodiesel. Según Masera y cols. (2007), el costo de producción (que nada tiene que ver con el precio) del petrodiesel en México es de 4.3 pesos por litro, mientras que el costo de producción del biodiesel en México oscila entre los 5.3 y los 12.4 pesos por litro y está ligado hasta en 91% al costo de los aceites vegetales refinados. Los datos previos corresponden a 2007 y seguramente se han visto sustancialmente modificados por las recientes fluctuaciones del precio del petróleo. Sin embargo, es posible que aún siga siendo más caro producir biodiesel que petrodiesel, lo que representa un impedimento para lograr la comercialización del biocombustible en nuestro país (¿o alguien lo ha visto listo para ser expendido en la red de gasolineras nacionales?). En este artículo se describe lo que se está haciendo en México, específicamente en la Universidad Autónoma de Guadalajara, para reducir el costo del biodiesel.

### ● **Materias primas alternativas para la producción de biodiesel**

La materia prima tradicional para la producción de biodiesel son los aceites vegetales refinados, los cuales adquieren el adjetivo “refinados” porque de ellos se han removido (con agua y ácido cítrico o ácido fosfórico) unas sustancias denominadas fosfolípidos. La principal razón para llevar a cabo esta remoción es porque la presencia de fosfolípidos durante el proceso de producción de biodiesel podría dificultar su recuperación del me-

dio de reacción (es decir, podrían actuar como agentes emulsificantes). El costo del proceso de remoción de fosfolípidos, así como el del proceso de extracción del aceite desde el cultivo vegetal, hace que el costo del aceite refinado sea elevado, lo que incide, como se señaló en la sección previa, directamente en el precio del biodiésel. Como consecuencia, se ha pensado en utilizar materias primas alternativas (más económicas y de fácil acceso) para la producción de biodiésel, entre las cuales destacan la grasa amarilla (*yellow grease*) y la grasa café (*brown grease*). Por “grasa amarilla” nos referimos generalmente a los aceites vegetales de desecho provenientes de restaurantes y casas. Estos aceites han sido convertidos a biodiésel por numerosas empresas a nivel mundial (consúltense la lista en [www.biodiésel.org](http://www.biodiésel.org) y [www.ebb-eu.org](http://www.ebb-eu.org)). A nivel nacional, principalmente la empresa Biofuels de México, S. A. de C. V., que recibió apoyo del programa Iniciativa México en 2010, ha procesado estos desechos.

En un principio, el costo de la grasa amarilla era nulo, pero cuando los empresarios restauranteros vieron que el aceite de desecho podría tener una utilidad, decidieron imponerle un costo que, si bien es mucho menor al que pudiera tener el aceite vegetal refinado, también obliga a pensar en una nueva materia prima para la producción de biodiésel.

Esta opción bien podría ser la denominada “grasa café”, que hace referencia a la grasa flotante que es retenida en la parte superior de unos dispositivos conocidos como trampas de grasa (véase la Figura 1). Estos dispositivos tienen forma rectangular, están hechos de polipropileno y normalmente se encuentran ubicados bajo tierra en obras nuevas, o al aire o a ras de piso en obras existentes. Su función es retener la mayor cantidad de grasas y aceites antes de que éstos entren al drenaje municipal o a algún cuerpo de agua. Además, y según consta en la Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, la instalación de trampas de grasa en restaurantes es obligatoria para personas físicas o morales que se dedican al proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios destinados a los consumidores en el territorio nacional, lo que hace pensar en una abundante disponibilidad de los desechos. Para finalizar esta sección, hay que resaltar que si bien la grasa amarilla tiene un olor característico pero soportable, la

grasa café ¡apestaa! y, por si esto fuera poco, es necesario contar con equipo adecuado para extraerla, pues ello implica entrar en contacto con cucarachas y otros seres que acostumbran vivir en la inmundicia.

### Procesamiento de desechos contenidos en trampas de grasa

Cuando se produce biodiésel a partir de aceite vegetal refinado (el cual consiste principalmente de triglicéridos que poseen una estructura química correspondiente a un éster), éste se hace reaccionar con un alcohol de cadena corta (generalmente metanol) en presencia de hidróxido de potasio, normalmente como catalizador básico (sustancia que acelera la reacción), para producir una mezcla de ésteres y glicerina, los cuales se separan fácilmente por decantación. A la mezcla de ésteres se le denomina biodiésel, y al proceso se le conoce como transesterificación, pues lo que ocurre es la transformación de un tipo de ésteres en otro, con la finalidad de disminuir la viscosidad de la materia prima y ponerla a punto para su introducción en el motor a diésel.

Sin embargo, cuando se desea producir biodiésel a partir de grasa amarilla o café, no es recomendable llevar a cabo la transesterificación en primera instancia, pues la presencia característica en estas grasas de ácidos grasos libres (o ácidos carboxílicos, según la nomenclatura convencional de química orgánica) provocaría la



Figura 1. Trampa de grasa de la cafetería central de la Universidad Autónoma de Guadalajara.



formación de un producto indeseable: jabón, dada la presencia del catalizador básico. En este caso, lo que se recomienda es efectuar un proceso previo a la transesterificación, el cual se conoce como esterificación. En el proceso de esterificación los ácidos grasos libres presentes en las grasas reaccionan con metanol al utilizarse ácido sulfúrico como agente catalítico. El producto de la esterificación, ahora con un bajo contenido de ácidos grasos libres (<1%), puede luego ser procesado en una transesterificación.

En este punto es necesario indicar que el proceso de conversión de la grasa amarilla o café a biodiésel aún tiene un paso previo a la esterificación, al cual se le puede asignar el nombre de pretratamiento físico. En específico para la grasa café, lo que se hace en este pretratamiento es calentarla y ponerla en contacto con carbón activado y tierras diatomeas (rocas formadas por microfósiles de algas marinas), luego se filtra para obtener una grasa prácticamente inodora y con un color más claro que la grasa original (véase la Figura 2). Así, esta grasa café pretratada podría ser sometida a una esterificación y, posteriormente, a una transesterificación. Finalmente, el biodiésel generado en este último paso del proceso podría limpiarse del jabón al inyectarlo a través de una columna rellena de resinas de intercambio iónico ácidas (amberlita, por ejemplo).

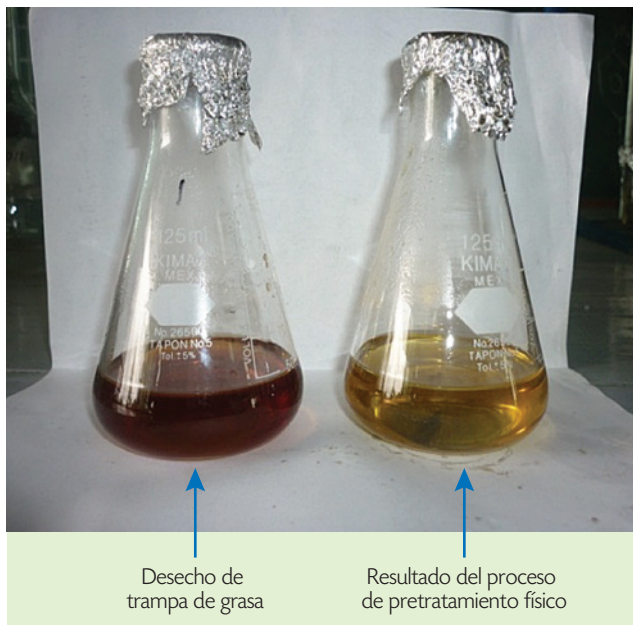


Figura 2. Resultado del tratamiento físico.

### Expectativas en el procesamiento de desechos contenidos en trampas de grasa

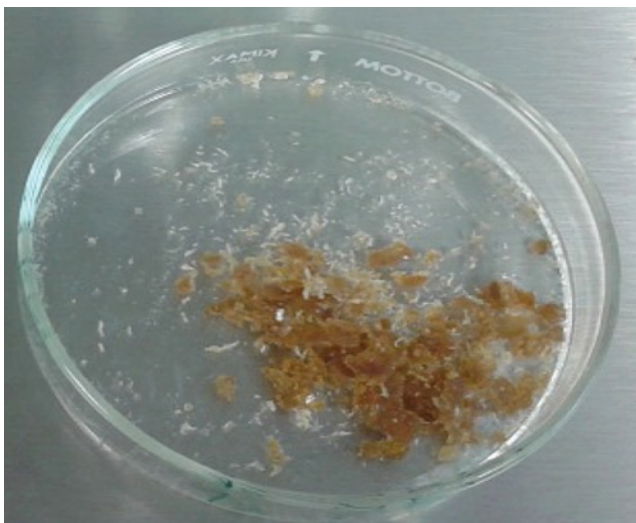
Actualmente, el principal problema en el procesamiento de los desechos de trampas de grasa es la contaminación de producto que se tiene en el paso de esterificación, lo cual se debe al catalizador utilizado: el ácido sulfúrico. Para enfrentar este problema, se han propuesto diversas alternativas para catalizar la esterificación. La más favorecida, sin duda, es el uso de catalizadores sólidos ácidos, entre los cuales destacan aquellos cuya estructura involucra poliestireno y divinilbenceno (Dowex HCR-W2, Relite CFS, etc.). Esto se debe a que dicho tipo de catalizadores son fácilmente recuperables del medio de reacción (es decir, no contaminan el producto) y además pueden ser reutilizados. En el laboratorio de control de procesos de la Universidad Autónoma de Guadalajara, se ha investigado la posibilidad de que estos catalizadores sean fabricados a partir de desechos. Específicamente, a partir de poliestireno grado impacto y a partir de poliestireno expandido (véase la Figura 3). El primer plástico es reconocido por su color oscuro y su dureza, por lo cual es utilizado en juguetes, en paneles frontales en automóviles y en carcasas de televisiones y computadoras. Por otro lado, el poliestireno expandido (comúnmente conocido como hielo seco) es ampliamente utilizado en vasos térmicos y platos desechables. Ambos tipos de plásticos tienen una característica en común: una vez que son utilizados son desechados y, según nuestro conocimiento, son difícilmente reutilizados. De he-



Figura 3. Poliestireno expandido.

cho, hay ciudades como Nueva York, Washington, San Francisco y Seattle que prohíben estrictamente la utilización del hielo seco, precisamente por la dificultad de reciclarlo.

Así que, ante esta panorámica, nos preguntamos: ¿por qué no proponer un proceso de reciclaje de estos desechos? Lo que se recomienda es lavar, secar y luego convertir los desechos de hielo seco en productos sulfonados (véase la Figura 4) por medio de la acción de un agente sulfonante (normalmente ácido clorosulfónico). Los primeros resultados del proceso de reciclaje han demostrado que estos plásticos sulfonados pueden funcionar como catalizadores en la reacción de esterificación de desechos contenidos en trampas de grasa, con rendimientos por encima de 85%. En resumen, en el Laboratorio de Control de Procesos estamos convirtiendo materia prima de desecho en biodiésel utilizando, asimismo, desechos para catalizar el proceso de producción; con esto esperamos que el precio final del biodiésel sea competitivo frente al del petrodiesel.



**Figura 4.** Aspecto de plástico de desecho sulfonado que se puede utilizar como catalizador.

## Reconocimiento

En este artículo se difunden algunos de los logros alcanzados con el proyecto “Modelado matemático y control automático para la generación de biodiésel a partir de desecho contenidos en trampas de grasa”, el cual ha sido apoyado económicamente por el programa Ciencia Básica SEP-Conacyt, con la clave CB-2009-133554.

**Efrén Aguilar Garnica** obtuvo el doctorado en ciencias en ingeniería química en la Universidad de Guadalajara y realizó una estancia doctoral en la Universidad de Lovaina, Bélgica. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I, y Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Guadalajara, donde está a cargo del Laboratorio de Control de Procesos. [efren.aguilar@edu.uag.mx](mailto:efren.aguilar@edu.uag.mx)

## Lecturas recomendadas

- Acosta, F., P. Castro y E. Cortijo (2008), *Manual de construcción y uso de reactor para producción de biodiésel a pequeña escala*, Lima, Soluciones prácticas-ITDG, Perú. Disponible en: <<https://books.google.com.mx>>.
- Masera, O., N. Rodríguez, I. Lazcano *et al.* (2007), Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiésel para el transporte en México, México, Sener/BID/GTZ. Disponible en: <<http://www.bioenergeticos.gob.mx/descargas/SENER-BID-GTZ-Biocombustibles-en-Mexico-Resumen-ejecutivo.pdf>>.
- Vargas González, M. (2007), *Biodiésel*, México, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. Disponible en: <<http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/466/2/biodiésel.pdf>>.