

Biocarburantes de recursos ‘renovables’. Apuntes del biodiesel.

Desde hace unos años, es habitual ver en algunas estaciones de servicio de nuestros pueblos y ciudades surtidores etiquetados como ‘[Biodiesel](#)’, la reacción a su visión es de agrado, la [diferencia de precio](#) no es muy grande, pero el creer que hacemos un bien a nuestro entorno nos hace sentirnos mejor. Elegir esta opción implica el [uso de un carburante biodiesel](#) o FAME(1) que puede consumirse puro o en un porcentaje determinado, (p.e., B20= 20% FAME), para estos productos la estación de servicio tiene la obligación de venderlos etiquetados, para que el usuario asuma la compatibilidad de la determinada concentración de FAME con el funcionamiento de su motor. No obstante, aunque no utilicemos la opción del biodiesel, desde el año 2008 ([Orden ITC/2877/2008](#)) todos los gasóleos contienen por imperativo legal un porcentaje de FAME mezclado con el gasóleo fósil. Este porcentaje ha ido aumentando desde su implantación hasta [el 7% actual](#)(2). Esto es consecuencia de la aplicación de las políticas de los estados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estimular la agricultura y disminuir la dependencia energética exterior que tienen la mayoría de los países industrializados de la Unión Europea y particularmente de



Fuente: www.biocarburante.com

España. Estas políticas se iniciaron con la Directiva 2003/30/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, para el fomento del uso de biocarburantes, la cual despertó grandes [expectativas](#) de negocio a nuevas empresas, las cuales han sido incentivadas con ayudas y facilidades por parte de las administraciones. Sin embargo, la aventura [no ha sido muy afortunada](#) y gran parte de las plantas de producción han tenido que cerrar por falta de rentabilidad, sobre todo por inferioridad de condiciones ante la

importación de estos productos desde [Estados Unidos](#) o [Argentina](#), donde aprovechan las subvenciones de sus países, y la llamada [tasa cero](#) que los exime de pagar impuestos al entrar en nuestro país (en principio, hasta finales del 2012), lo que les da a estas importaciones [unas condiciones de mercado muy ventajosas](#). Debido a esta competencia, se ha llegado a solicitar por la asociación de productores de energías renovables (APPA) que se [incremente progresivamente](#) la proporción de FAME en el gasóleo hasta el 15% para el año 2020 y así poder dar salida a la capacidad de producción de nuestras plantas. Este es uno de los problemas que ha tenido, lo que en principio fue previsto como una ayuda para solucionar los problemas energéticos. Por desgracia nada es tan fácil y el biodiesel, si bien puede ser una ayuda, está ‘recién llegado’ y tiene muchas barreras que superar.

[En España, más del 70% del parque móvil emplea gasóleo](#), ya que además es el que utilizan los transportistas debido a que el motor diesel tiene un mayor rendimiento que el de gasolina, y también porque existía una histórica diferencia de precios a favor del gasóleo. Una diferencia que, por la nueva fiscalidad, ha desaparecido. Esto determina que las características físico-químicas del gasóleo a suministrar estén limitadas por la compatibilidad con los millones de motores existentes que están funcionando, y que en su mayoría fueron diseñados para consumir gasóleo fósil ([petrodiesel](#)) con la especificación técnica [EN 590](#). Ahora y desde la obligación del uso de mezclas con biocarburantes, estos son producidos según la norma europea [EN 14214](#).

Esta norma EN 14214 se ha diseñado en función del biodiesel obtenido a partir de aceite de colza, la oleaginosa de mayor productividad en la zona centroeuropea, así como por otras características regionales. Debido también a las características regionales, algunos países mediterráneos donde, por ejemplo, el girasol es la principal oleaginosa, han introducido determinadas modificaciones en la norma para estimular la producción de biodiesel a partir de sus propias materias primas. En el caso de España, por ejemplo, se estableció un límite máximo superior en el índice de yodo, lo que impide su comercialización en otros países europeos donde se adoptaron las especificaciones originales de la norma.

Entre las normativas de países hay especificaciones con diferencias fundamentales, que se deben, por ejemplo, a normas sobre emisiones, o de protección del medio ambiente regional, o a las certificaciones exigidas a los constructores de motores.

Entre las especificaciones que más limitan se encuentran (3):

- Contenido en azufre: el límite sobre este parámetro depende de la legislación sectorial de aplicación sobre contaminación atmosférica, que en la UE se basa en los requisitos establecidos legalmente para el diesel fósil.
- Operabilidad en climas fríos: el punto de fusión y el comportamiento a bajas temperaturas en las materias primas que se pueden utilizar en la producción de biodiesel. Los límites de este parámetro están principalmente basados en las condiciones climáticas regionales.
- Número de cetano: el límite sobre este parámetro depende de las especificaciones establecidas para el diesel convencional en la norma europea EN 590. El límite europeo para los constructores de motores está certificado con el mínimo de 51, establecido también para el biodiesel. Este estándar depende de las materias primas utilizadas en su fabricación.
- Estabilidad a la oxidación: el biodiesel se degrada con mayor facilidad que el diesel fósil debido a su composición química. La estabilidad a la oxidación es un parámetro fundamental para asegurar el correcto funcionamiento en los motores, así como para su almacenamiento y distribución.
- Contenido en mono-, di-, y triglicéridos: la norma europea establece límites individuales en el contenido de estos compuestos, así como para el glicerol total. Estos parámetros, y el glicerol libre, dependen del proceso de producción.
- Densidad: la densidad del biodiesel es generalmente mayor que la del diesel fósil. Esta propiedad depende, en el caso del biodiesel, de su composición. Los límites de la normativa europea para este parámetro implican unos requisitos más restrictivos a las materias primas utilizables para su elaboración.
- Viscosidad cinemática: esta propiedad es mayor en el caso del biodiesel que en el diesel fósil, y en algunos casos a bajas temperaturas el biodiesel se puede convertir en un producto demasiado viscoso e incluso solidificar. Es el rango más restrictivo europeo de este estándar e implica limitaciones a las posibles materias primas utilizables para su fabricación.

- Índice de yodo: este parámetro mide la insaturación (4) total existente en una mezcla de materias grasas, sin tener en cuenta los porcentajes relativos entre los compuestos mono y poliinsaturados. El mismo implica una importante restricción en cuanto a las materias primas utilizables para la producción de biodiesel.

- Éster metílico de ácido linolénico y ésteres metílicos poliinsaturados: los límites aplicados en la norma europea para el contenido de estos dos tipos de compuestos pueden implicar la exclusión de determinadas materias primas.

Tabla 1 Norma EN 14214			
Propiedad	Unidad	Límites	Método de ensayo
Contenido en éster	% (m/m)	Mín. 96,5	EN 14103
Densidad a 15 °C	kg/m ³	860-900	EN ISO 14105
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm ² /s	3,5 – 5,0	EN ISO 3104
Punto de Inflamación	°C	Mín. 120	EN ISO 3679
Contenido en azufre	mg/kg	Máx. 10,0	EN ISO 20846/20884
Residuo carbonoso	% (m/m)	Máx. 0,30 (muestra 10%)	EN ISO 10370
Número de cetano	----	Mín. 51,0	EN ISO 5165
Contenido en cenizas sulfatadas	% (m/m)	Máx. 0,02	EN ISO 3987
Contenido en agua	mg/kg	Máx. 500	EN ISO 12937
Agua y sedimentos	% volumen	-----	No aplicable
Contaminación total	mg/kg	Máx. 24	EN ISO 12662
Corrosión en lámina de cobre (3h/50 °C)	Clasificación	Clase 1	EN ISO 2160
Estabilidad a la oxidación 110 °C	horas	Mín. 6	EN ISO 14112
Índice de acidez	mg KOH/g	Máx. 0,50	EN 14104
Índice de yodo	g yodo/100 g	Máx. 120	EN ISO 14111
Éster metílico de ácido linolénico	mg/kg	Máx. 12,0	EN 14103
Ésteres metílicos poliinsaturados	mg/kg	Máx. 1	en desarrollo
Contenido en metanol	% (m/m)	Máx. 0,20	EN 14110
Contenido en monoglicéridos	% (m/m)	Máx. 0,80	EN ISO 14105
Contenido en diglicéridos	% (m/m)	Máx. 0,20	EN ISO 14105
Contenido en triglicéridos	% (m/m)	Máx. 0,20	EN ISO 14105
Glicerol libre	% (m/m)	Máx. 0,02	EN 14105/14106
Glicerol total	% (m/m)	Máx. 0,25	EN 14105
Sales Metálicas (Na+K)	mg/kg	Máx. 5,0	EN 14108-14109
Sales Metálicas (Ca+Mg)	mg/kg	Máx. 5,0	EN 14538
Contenido en fósforo	mg/kg	Máx. 10,0	EN 14107
Temperatura de destilación (90% recuperado)	°C	-----	No aplicable

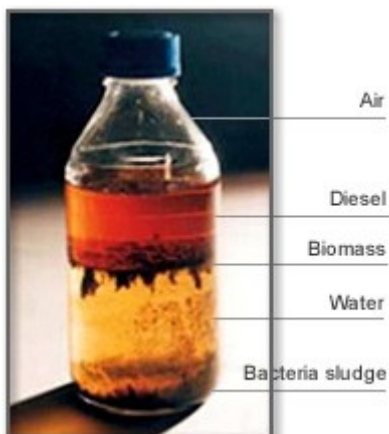
Una característica esencial de la especificación técnica europea, la ya citada EN 14214, es que sólo se aplica a los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME), y otra es que establece las especificaciones técnicas, tanto para el gasóleo resultado de mezclar FAME con petrodiesel, como para el componente FAME puro (B100).

Si nos fijamos en el sexto grupo de la tabla superior vemos que la cantidad de agua admisible es de 500 ppm. Esto se debe a que el FAME es [higroscópico](#) y su solubilidad de agua es mayor de 5.000 ppm. Por contra el gasóleo fósil, tiene una especificación de contenido máximo de agua de 200 ppm., y solubilidad de agua sólo es de 60 a 80 ppm.

El FAME, por su poder higroscópico, actúa como un emulsionante, formando una microemulsión de agua en todo el sistema de combustible. Además el FAME es muy sensible frente a la oxidación y respecto a su carácter biodegradable es casi el doble que el del mejor gasóleo fósil.

La exposición anterior describiendo las propiedades higroscópicas del FAME, frente a la ausencia de afinidad por el agua del gasóleo fósil, se debe a la intención de mostrar, en primer lugar, la facilidad del aumento de contenido de agua de forma espontánea en el FAME en caso de exposición a humedad. Esto explica la mayor cantidad de agua permitida en la especificación de la norma EN 14214 para la mezcla de gasóleo fósil con biodiesel, frente a la menor cantidad permitida para los carburantes diesel fósiles. Resumiendo, el biodiesel puede absorber hasta 40 veces más agua que el diesel.

El problema es que cuando el contenido en agua es superior a 60 ppm. es **posible la aparición de vida microbiana** en los carburantes diesel. Es por esta mayor facilidad de contener agua por lo que los FAME son más susceptibles a ‘padecer’ **infecciones de hongos, levaduras y bacterias** (5) que se desarrollan en el agua y se alimentan del gasóleo. Además como suele ser común en estos seres vivos su reproducción en condiciones favorables suele ser por duplicación, es decir exponencial, y con alimento disponible y temperatura adecuada en unos ciclos reproductivos muy cortos. El funcionamiento normal de un [motor diesel calienta el combustible](#), ya que el circuito es el siguiente: *“La bomba de aspiración succiona combustible del depósito a través de una rejilla filtrante, que se encuentra en el extremo del tubo de aspiración. Este combustible llega a través de un primer filtro que elimina las impurezas más gruesas que lleva en suspensión el gasóleo. Después la bomba lo mandaría al filtro del combustible y de ahí pasaría a la bomba de inyección, que lo mandaría a los inyectores. La bomba de alimentación normalmente trabaja con presiones en torno a 1 ó 2 Kg/cm². y en cantidad suficiente, siendo una válvula de descarga la que regula dichas presiones, teniendo una canalización de retorno para el combustible sobrante que va de vuelta al depósito”*. Una vez calentado por su paso por el motor, el carburante constituye un templado y perfecto caldo de cultivo en el que crecen y se extienden estos seres microscópicos, formando colonias y produciendo residuos de textura gelatinosa, infectando el gasóleo y recubriendo las paredes del depósito, las conducciones y los filtros. Además, tienen efectos corrosivos sobre algunos metales como aluminio y aleaciones de acero y por su estado gelatinoso, obstruyen los circuitos de combustible y elementos filtrantes, ocasionando pérdidas de potencia en los motores y averías, que si no se detectan a tiempo son graves y caras, sobre todo las causadas por la corrosión.



Bacterias	Mohos
Alcaligenes faecalis	Aspergillus niger
Enterobacter colacae	Fusarium oxysporum
Escherichia coli	Penicillium funiculosum
Proteus vulgaris	Levaduras
Pseudomonas aeruginosa	Candida albicans
Pseudomonas fluorescens	Rhodotorula mucilaginosa
Pseudomonas putida	Saccharomyces cerevisiae
Staphylococcus aureus	Bact. reduct. de sulfato
Legionella pneumophila (prEN 13623)	Desulfovibrio desulfuricans
	Organismo no identificado (aislado)

(5)

En total unas 30 especies diferentes son capaces de vivir y multiplicarse en el gasóleo.

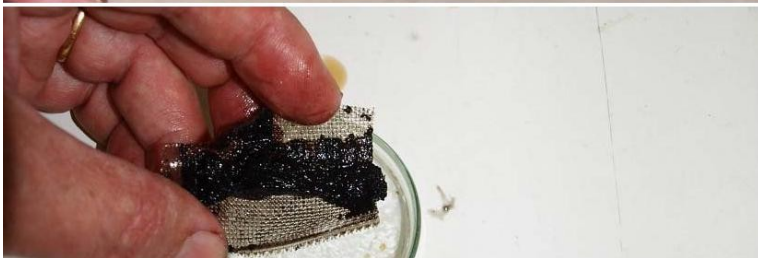
Este tipo de problemas, que antes de 2008 ocurría casi únicamente en el ámbito de las embarcaciones, se está extendiendo a la automoción, pero está cogiendo por sorpresa a usuarios y mecánicos que corrigen los síntomas con una limpieza, sin saber realmente, en muchos casos, el origen: ‘Un ser vivo sobre un carburante de nueva formulación’ que es más propenso a albergar vida, y que le sirve de alimento. Además si no hay un tratamiento con ‘medicación’, el problema se repetirá periódicamente, ya que solo es cuestión de tiempo que las bacterias vuelvan a multiplicarse.



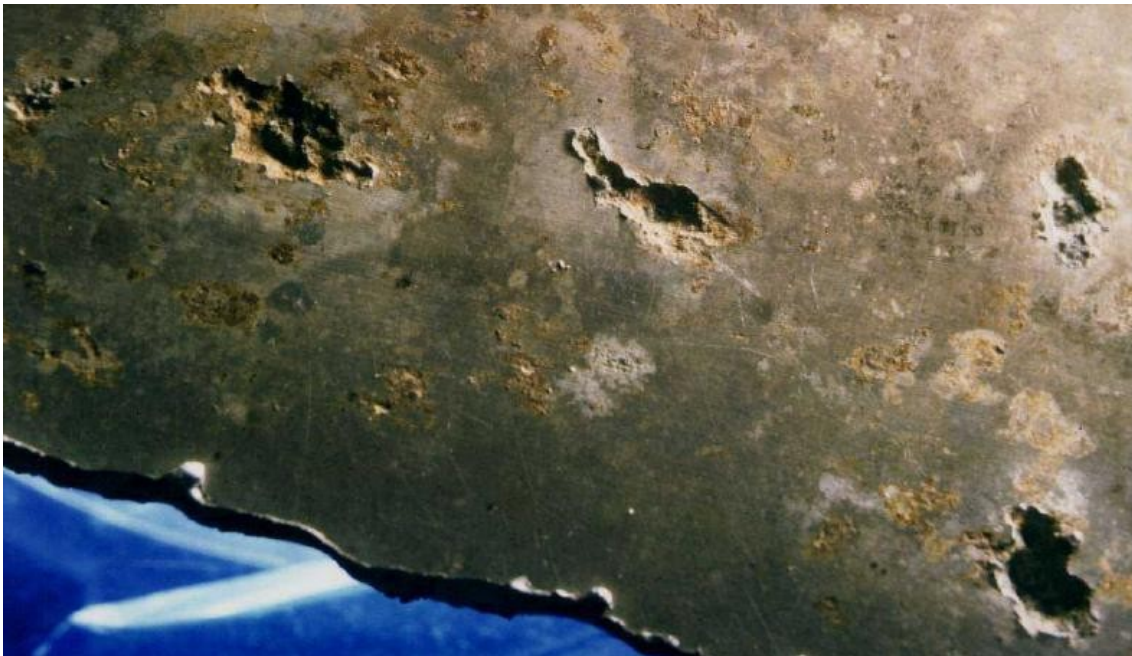
Advierto que con esto no invito a que seamos unos ‘manitas’ y solucionemos estos problemas haciendo gala de un “Do it yourself”; si leen el etiquetado de un biocida comercializado para este fin, avisa que hay que tomar numerosas precauciones para manipular estos productos y que, si por ejemplo, el producto contacta con nuestra piel, acudamos al médico. Mucho cuidado.

Mención aparte merecen las explotaciones agrícolas que se abastecen de gasóleo al por mayor y que son muy susceptibles a este problema debido a que las máquinas funcionan durante temporadas, quedando el gasóleo almacenado y sin renovación largos periodos de tiempo. Caso de que se contamine un gran depósito, se ‘contagia’ a toda la maquinaria a la que suministra, ocasionándoles problemas en los caros y vitales sistemas de inyección.

Sedimentos producidos por microorganismos en el gasóleo.



Filtros obstruidos.



Corrosión en depósito de aluminio causada por microorganismos.

Los FAME, también tienen detractores por otros motivos, por ejemplo en Estados Unidos la asociación de fabricantes de motores, se ha quejado de lo que ellos consideran una incongruencia, dado que después de años de esfuerzos y gastos en Investigación & Desarrollo en eficiencia y reducción de emisiones, la utilización por ley de los carburantes biodiesel les ha hecho retroceder notablemente por los problemas técnicos e

incompatibilidades que se han presentado en el funcionamiento de los motores. El siguiente documento recoge estas quejas:



Two North LaSalle Street
Suite 2200
Chicago, Illinois 60602
Tel: 312/827-8700
Fax: 312/827-8737

December 2007

Engine Manufacturers Association

Facts You Should Know About Biodiesel Fuels

What are renewable diesel and biodiesel fuels?

The United States Environmental Protection Agency (EPA) defines Renewable Fuel as any motor vehicle fuel that is used to replace or reduce the quantity of fossil fuel present in a fuel mixture and is produced from plant biomass materials, animal fats, vegetable oils or greases, or gas produced from biogas sources such as landfills, digesters or other organic waste material sources. Renewable Diesel Fuel is a renewable fuel that is intended for use in engines that are designed to run on petroleum diesel fuel (compression-ignition engines) and are made from plant oils, animal fats and wastes, or municipal sludges and oils derived from wastewater and treatment of wastewater.

In addition, when biodiesel fuel is mixed with petroleum diesel, even in small amounts, issues such as fuel filter clogging, cold-weather starting problems, fuel quality deterioration and biofouling, and fuel system component damage have occurred. Because biodiesel fuel is produced and blended locally, it can exhibit wide fluctuations in quality. As a result, and also because sufficient long-term performance testing has not been completed, engine manufacturers have not approved the unrestricted use of biodiesel fuel blends in engines at this time.

Engine manufacturers have invested billions of dollars in research, development, and re-tooling to provide engines that can meet the new and very stringent emissions standards approved by the EPA and CARB as well as to maintain the high performance levels demanded by the end user. When engine roll-out designed to meet strict new emissions standards is complete in 2010, engine manufacturers will have reduced uncontrolled emissions from diesel engines by about 99% compared to pre-2000 engines. This achievement has required a tremendous technical and economic challenge. Any impacts on engines or emissions from the introduction and use of renewable diesel fuels must not slow down or reverse progress that has been, or will be, achieved.

Biodiesel Fuel

En los foros de automoción de todos los países que usan biodiesel, se leen numerosas historias de problemas de usuarios de vehículos diesel, sobretodo, con motores modernos dotados de tecnología electrónica y de alto rendimiento, supuestamente por la alimentación con FAME, aunque en muchos de los casos es debido a un mal uso, ya que hay fabricantes de automóviles que en sus manuales limitan el uso de los FAME. En ocasiones, las causas de las averías, son las infecciones anteriormente descritas, es decir las causadas por microorganismos. Otra averías se deben al mayor poder oxidante de los FAME, lo que les da mas poder disolvente, atacando y ablandando las juntas y sellos de

goma. También se apunta como causa de la aparición de mayor número de averías, a la [reducción del azufre](#) permitido en la mezcla, que actuaba como lubricante, hasta un máximo de 10 mg/Kg y que debería ser compensado por el mayor poder lubricante del FAME.

Problemas de inyección usando biodiesel (6).

Característica Biodiesel	Efecto	Modo de Fallo
Ester metílico de ácido graso (FAME)	Provoca que las juntas de nitrilo se vuelvan más blandas, se hinchen, o se endurezcan y se rompan	Fugas de combustible
Metanol libre en el FAME	- Corroe Al y Zn - Disminuye el Punto de Inflamación	Corrosión del sistema de inyección (FIE)
Reactivos del proceso del FAME	K y Na forman compuestos sólidos	Bloqueo de las boquillas
Agua disuelta en el FAME	Reacción inversa de FAME a ácidos grasos	Colmatación de filtros
Agua libre en mezclas	- Corrosión - Presencia de bacterias - Aumento de la conductividad eléctrica del combustible	- Corrosión del FIE - Formación de fangos
Glicerina libre	- Corroe metales no férricos - Empapa los filtros de celulosa - Forma sedimentos en las partes móviles - Tiende a formar lacas.	- Obstruye los filtros - Coquizado del inyector
Mono y Di-glicéridos	Similar a la glicerina	
Ácidos Grasos libres	- Proporciona un electrolito y acelera la corrosión del Zn - Forma sales de ácidos orgánicos - Forma compuestos orgánicos	- Corrosión del FIE - Colmatación de filtros Sedimentos en partes
Aumentan los módulos de elasticidad	Aumenta la presión de la inyección	Reducción de la vida en servicio
Alta viscosidad a baja temperatura	- Genera un excesivo calor local en las bombas de distribución rotatorias - Aumento del estrés de los componentes	- Ataque a la bomba - Fallos prematuros - Pobre atomización del spray en la boquilla
Impurezas sólidas	Problemas potenciales de lubricidad	Vida de servicio reducida
Ácidos corrosivos (fórmico y acético)	Corroen todas las partes metálicas	Corrosión del FIE
Ácidos orgánicos de peso molecular mayor	Similar a los ácidos grasos	
Productos de polimerización	Depósitos, especialmente en <u>mezclas de combustibles</u>	- Colmatación de filtros - Formación de lacas en zonas calientes

Además la presencia de agua normalmente puede darle al carburante unas propiedades de lubricidad menores, acortando la vida de piezas móviles. También tiene desventajas por la [coquización de inyectores y por la mayor dilución del lubricante](#), por lo que se recomiendan cambios de aceite en periodos más cortos que para un gasóleo fósil.

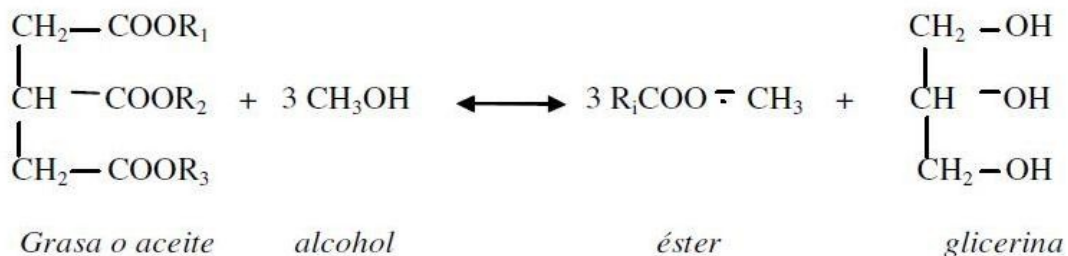
Curiosamente las nuevas tecnologías en los motores, lo que precisamente consiguen es reducir las emisiones aumentando la eficiencia. Sin embargo, las averías se presentan al parecer por ser más vulnerables a estos cambios de composición de los FAME, por lo que los usos deben ser lo más escrupulosamente correctos según el fabricante del motor, lo cual para un conductor estándar se torna complicado.

La industria de los biocarburantes es reciente, y la [ley de Murphy](#) ha hecho su aparición. De momento, algunos fabricantes de aditivos, están desarrollando y comercializando productos para combatir las nuevas amenazas a los usuarios de motores diesel (y sus doloridos bolsillos), con tratamientos de biocidas de amplio espectro, compatibles con la mecánica y que sirven para prevenir y 'curar' estas infecciones. También se pueden usar caros aditivos para micronizar el agua y así evitar que aniden las bacterias. Según fuentes del sector, desde la implantación de la mezcla de biodiesel, ha aumentado mucho la demanda de los productos biocidas para los automóviles. Seguramente, en poco tiempo esta industria conseguirá solucionar estos problemas, (probablemente con un encarecimiento de los productos) pero actualmente es una tarea que resolver.

Merece la pena citar que el boletín del estado que regula los biocarburantes, <http://www.boe.es/boe/dias/2006/02/17/pdfs/A06342-06357.pdf>, ya citaba expresamente la posible presencia de agua en las instalaciones de almacenamiento de mezcla de gasóleo con biodiesel, al ser esta mezcla más propensa a absorber humedad y a contenerla disuelta. Y es que la presencia de agua es el origen de problemas de contaminación biológica, corrosión y disminución de la capacidad lubricante.

También recomiendo la lectura del [informe](#) elaborado por la [AOP](#) con la colaboración técnica de Deloitte, en que se planteaban 'graves problemas' a la implantación de los biocarburantes en España, entre ellos a causa de las incompatibilidades de muchas de las motorizaciones existentes con mezclas superiores al 5% de FAME. Además, advierte de que: *"la seguridad jurídica no se garantiza ya que no se fijan unos requerimientos concretos de calidad y no se asegura la correcta información al cliente final."*

Cito también el resumen del proceso de fabricación del biodiesel, publicado por el miembro del Debate de la energía en Facebook, Armand Valeta Roig, el cual es ingeniero químico de formación y que lo describió con el siguiente párrafo:



Reacción de transesterificación

"Los biodiesel son ésteres metílicos de ácidos grasos obtenidos por transesterificación de aceites vegetales (triglicéridos) mediante metanol y un catalizador p.e. metilato sódico. Los subproductos de la reacción son muy difíciles

de eliminar al 100% y tanto el metanol residual, aceite no reaccionado, glicerina, como el metilato son veneno para los motores, pueden oxidarse y provocar corrosión y carbonilla, además contienen cierta cantidad de humedad muy difícil de eliminar y ahora sólo faltan las bacterias anaeróbicas."

Y ya saben, [si algo puede salir mal ...](#)

Con toda esta exposición, solo he pretendido mostrar que el desarrollo e implantación de nuevas soluciones no es tan fácil como parece, apareciendo problemas de difícil previsión, cuya resolución también tendrá un coste energético extra y mostrarán los límites de la aplicación. En este caso, dada la baja TRE, si aparecen problemas que resuelves con mayor consumo de energía, prácticamente solo 'trasladas' la energía empleada en la producción al biodiesel elaborado, convirtiéndolo en un vector energético, no en una fuente de energía.
¡Mal balance!

Rafael Iñiguez Sánchez,
Enero de 2012.

Fuentes y referencias:

- (1) FAME, abreviatura de "Fatty Acid Methyl Esther".
- (2) B7, y objetivo B10
- (3) Tripartite Task Force: Brazil, European Union & United States of America 2007. "White Paper on Internationally Compatible Biofuel Standards".
- (4) El grado de insaturación de una grasa, esto es el número de enlaces dobles, normalmente se expresa en términos de "índice yodo de la grasa".
- (5) http://www.boatwide.es/acatalog/Grotamar71_ES_BWSL.pdf
- (6) <http://www.wearcheckiberica.es/documentacion/doctecnica/combustibles.pdf>
http://www.appa.es/descargas/una_obligacion_biocarburante_espana_mar07.pdf
<http://www.marabierto.eu/noticias/grotamar-82-especial-biodiesel>
http://www.acbiodiesel.net/docs/news/BOE_4_sep_2010.pdf (modificación al 7%)
<http://www.boe.es/boe/dias/2011/10/20/pdfs/BOE-A-2011-16468.pdf> (desulfuración)
[Normas de calidad del biodiesel](#)
<http://www.biodieselpain.com/2011/02/25/el-gasoleo-debera-contener-un-7-de-biodiesel/> (modificación al 7%)
<http://www.caminoseuskadi.com/Demarcacion/Actividades/Biomasa/Biocombustible>
<http://www.biocarburante.com/>
<http://www.ambisol.es/index.php?Tema=detallen&id=863>
<http://www.ambisol.es/index.php?Tema=detallen&id=765>
<http://biodiesel.com.ar/3067/biodiesel-en-espana-la-planta-de-biodiesel-de-linares-echa-el-cierre-tras-captar-24-millones-de-euros>
<http://www.biocarburante.com/biocombustibles-en-espana-informe-de-situacion/>
http://www.wearcheckiberica.es/boletinMensual/PDFs/ESPECIFICACIONES_DEL_GASOLEO_Y_BIODIESEL.pdf
http://www.aop.es/informes/biocombustibles/Dossier_AOP_biocombustibles_version_final.pdf
<http://www.boe.es/boe/dias/2008/10/14/pdfs/A41170-41175.pdf>
[http://www.mecarun.es/uploads/ANTI_BACTERIAS para GASOIL%281%29.pdf](http://www.mecarun.es/uploads/ANTI_BACTERIAS_para_GASOIL%281%29.pdf)