

# Los carburantes derivados de los aceites vegetales y las dificultades relativas a su utilización en los motores diesel

W. Bandel y W. Heinrich.

## INTRODUCCION

Teniendo en cuenta las dificultades de aprovisionamiento de petróleo crudo, la política de precios del petróleo, la escasez de divisas en algunos países y aún otros problemas, el mundo entero está haciendo esfuerzos para explotar fuentes de energía alternas. La energía solar es la única forma de energía que llega a la tierra desde el exterior y de manera constante. Es así como la explotación de la biomasa constituye la única posibilidad de obtener carburantes líquidos a partir de fuentes de energía renovable; es por esto que la biomasa es objeto de interés particular.

Se ha pensado sobre todo, en utilizar los aceites vegetales y sus derivados, los alcoholes (en particular el etanol, extraído de la caña de azúcar) como carburantes alternos posibles. Los capítulos siguientes están consagrados a la discusión de las dificultades encontradas con la utilización de carburantes derivados del aceite vegetal en los motores diesel, desde el punto de vista técnico y económico.

## I. IMPORTANCIA DE LA ENERGIA DE LA BIOMASA

Se debe primero considerar la importancia de la energía de la biomasa para situar el problema de los carburantes obtenidos a partir de los aceites vegetales y saber si las esperanzas que se han puesto en ellos son justificadas. La Figura 1 muestra que la cantidad de energía solar difusa en la superficie de la tierra es muy grande, ampliamente superior a la energía que proviene de la fuente de energía fósil renovable.

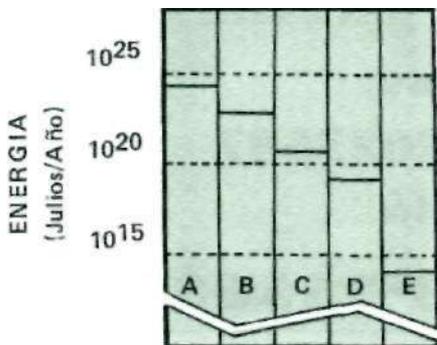


Fig. 1 Comparación de diferentes fuentes de energía y su consumo.

- A. Energía solar en la superficie de la tierra.
- B. Fotosíntesis.
- C. Consumo mundial de energía (1970).
- D. Energía nutricional consumida por el hombre (1970).
- E. Formación de nuevos combustibles fósiles.

La proporción de energía solar transformada por la fotosíntesis sobrepasa considerablemente el consumo total mundial de energía y, desde luego, el consumo energético nutricional. Pero la energía proveniente de la fotosíntesis no puede ser utilizada en su totalidad. Sería inexacto pretender que la energía utilizable bajo la forma de combustible corresponda a la diferencia entre la energía proveniente de la fotosíntesis y la energía nutricional. En efecto, no se pueden dedicar los aceites vegetales a la producción de carburantes, sino en las regiones donde las necesidades nutricionales en energía están enteramente satisfechas, y queden tierras disponibles para el cultivo de plantas oleaginosas.

No se puede afirmar con certeza si es mejor fabricar carburante a partir de aceites vegetales o a partir de alcohol, basándose en un criterio de disponibilidad. Por ejemplo, el rendimiento energético del etanol proveniente de la caña de azúcar es más elevado que el del aceite de soya, pero menor que el del aceite de palma (ver figura 2).

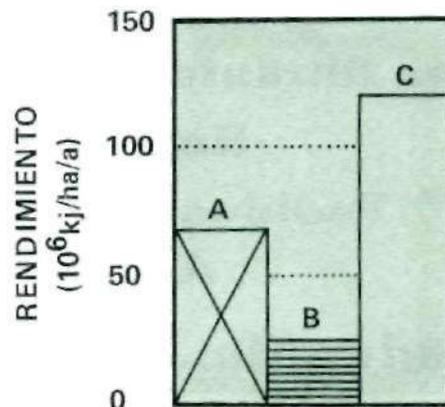


Fig. 2 Rendimiento de los combustibles líquidos obtenidos a partir de la biomasa.

- A. Etanol obtenido a partir de la caña de azúcar.
- B. Aceite de soya.
- C. Aceite de Palma

El hecho que la energía de la biomasa exista en cantidad suficiente en ciertas regiones, no da indicación alguna en cuanto a la rentabilidad de esta utilización. Se estudiará mas adelante esta compleja cuestión. En el capítulo siguiente, se verán las ventajas que los aceites vegetales pueden presentar desde el punto de vista técnico, como carburante alternativo para los motores diesel.

## II. LOS ACEITES VEGETALES COMO CARBURANTE

El carburante para motores diesel debe poseer ciertas características: en la medida de lo posible, presentarse en forma líquida y tener un valor calorífico por unidad de volumen que no sea muy bajo. Sin embargo, la cualidad esencial de un carburante diesel es su aptitud para el auto-encendido. Para juzgar si las propiedades de los aceites vegetales les permite reemplazar los carburantes para motores diesel se pueden comparar las propiedades del "gazole", de los aceites vegetales y del etanol. Los índices de cetano de los diferentes tipos de carburante para motor diesel, varían según la composición de éstos últimos. El índice de valor 45 corresponde al índice mínimo en las normas DIN. En Alemania Federal, el índice de cetano de los carburantes para motores diesel es habitualmente de 52. Los índices de cetano de los aceites vegetales varían entre 35 y 40, según la composición de éstos últimos. Parece entonces que los índices de cetano de los aceites vegetales están más próximos de los carburantes diesel, que los índices del etanol (no alcanza a llegar a 10). Los aceites poseen igualmente un valor calorífico superior al del etanol. Pero algunas de sus propiedades están muy alejadas de aquellas de los carburantes para motores diesel. Así, su viscosidad cinemática, de 35 por 45 mm<sup>2</sup>/s (a 40° C) sobrepasa ampliamente a la del carburante diesel.

Presentan igualmente el inconveniente de favorecer la aparición de un residuo de coke. Tal vez una mejor comprensión se pueda lograr, si se comenta brevemente la estructura molecular de los productos. La molécula de carburante diesel "ideal", es una molécula de hidrocarburo saturada, no ramificada, con, entre 12 y 18 átomos de carbono. Las moléculas de los aceites vegetales son de triglicéridos con, generalmente, cadenas no ramificadas de longitud variable y grados de saturación diferentes. Estas últimas cualidades deberían dar a los aceites vegetales una buena aptitud de encendido. Su índice de cetano relativamente bajo se debe probablemente a ciertos grupos funcionales y a su baja volatilidad. Debido a su contenido de oxígeno, su valor calorífico es un poco inferior al del carburante diesel, pero su viscosidad y su índice Conradson son superiores a aquel, a causa de la masa molecular más grande y de su estructura química.

A pesar de su bajo índice de cetano, inferior a la norma mínima DIN, los aceites vegetales permiten un encendido de los motores diesel, satisfactorio. Además, con aceites vegetales ó con carburante diesel se obtiene aproximadamente el mismo consumo y el mismo rendimiento. El comportamiento de un carburante, después de algún tiempo de utilización, permite igualmente apreciar su valor. No se verán aquí sino los mas relevantes problemas al respecto. Los ensayos demostraron que después de algunas horas de funcionamiento con aceite vegetal, aparecieron depósitos de carbono en los motores diesel, particularmente al nivel de la unión entre los inyectores y la cámara de combustión. Como la mayoría de los aceites vegetales y el carburante diesel son miscibles, se podría ensayar, utilizar los aceites vegetales no bajo su forma pura, pero bajo la forma de una mezcla con el carburante diesel para evitar la aparición de esos depósitos. Estos se forman de todas maneras, pero mas tarde. El fenómeno no es nuevo y es bien conocido en regiones como los Estados Unidos, donde los motores utilizan un carburante diesel de calidad mediocre.

Para los motores alimentados con carburantes diesel, los residuos de carbono, según Conradson, permiten determinar si se van a formar los depósitos.

Inclusive, si con toda evidencia los métodos de evaluación aplicables a los hidrocarburos no son directamente aplicables a los aceites vegetales, su índice de Conradson más elevado indica que su utilización en los motores diesel podría llevar a la formación de depósitos. Este fenómeno fue observado en todos los aceites probados hasta hoy. Se podría pensar que su gran masa molecular fuera la causa. Es sobre todo en los motores de inyección directa, en los que se ha observado la formación de estos depósitos en los inyectores, mientras que en los motores de cámara de combustión estos inconvenientes son menos pronunciados. Esto es debido sin duda, a la forma diferente de los inyectores en los dos tipos de motor. Los motores de cámara de combustión están equipados con inyectores de aguja, mientras que los motores de inyección directa están equipados con inyectores de agujeros, generalmente, varios agujeros. Si los inyectores de aguja tienen menos tendencia a llenarse de depósitos, es sin duda debido a su diámetro más amplio y también al efecto "auto-limpiador" de los movimientos de la aguja en el momento de la apertura y el cierre del inyector. Se ha observado sin embargo, que el carbono se forma igualmente en los motores de cámara de combustión, cuando trabaja durante bastante tiempo, bien sea con aceites vegetales, ó con carburante diesel de calidad mediocre. La utilización de este tipo de motor, no es pues la solución. Aún más si se tiene en cuenta que el motor de inyección directa es mucho más rentable, ya que consume menos combustible, y por tanto, es más económico.

### **III. LOS DERIVADOS DE LOS ACEITES VEGETALES COMO CARBURANTES**

Ya que los aceites vegetales no convienen como carburante para los motores diesel, se puede entonces ensayar de emplear sus derivados, que se aproximan al carburante diesel. Varios procesos permiten reducir el tamaño de las moléculas de los aceites vegetales. Se puede transformar primero los aceites vegetales en ésteres metílicos por transesterificación. Este proceso es muy conocido. La segunda posibilidad es el "cracking" catalítico practicado por la industria petroquímica. Pero este proceso ha sido poco ensayado en el tratamiento de los aceites

vegetales. El "cracking" permite normalmente obtener productos muy diferentes en cuanto a su estructura y a su composición molecular. Sin embargo, el "cracking" de los aceites vegetales no va automáticamente a descomponerlos para dar varias moléculas parecidas, como es el caso para los triglicéridos simples. Por ejemplo, el "cracking" puede producir hidrocarburos no ramificados con una buena capacidad de encendido, pero también sustancias aromáticas ó ramificadas, de cadena corta. Por el contrario, la transesterificación permite obtener productos bien definidos. Por ejemplo, la transesterificación con metanol da tres moléculas de éster metílico y una de glicerol, a partir de una molécula de triglicérido y de tres de metanol. Las moléculas de éster metílico se parecen mucho a las principales moléculas del carburante diesel en cuanto a la longitud de la cadena y a la ausencia de ramificación. Existen desde luego, diferencias en el contenido de oxígeno y en el grado de saturación. Para apreciar el valor de los productos de la esterificación como carburantes sustitutos para los motores diesel, se comparan sus propiedades a las del carburante diesel y los aceites vegetales. El valor calorífico de los ésteres metílicos es ligeramente inferior al del carburante diesel y al de los aceites vegetales. Su viscosidad es comparable al del carburante diesel y sus residuos de carbono inferiores. Los ésteres del aceite vegetal tienen índices de cetano bastante satisfactorios, llegando a valores superiores a 50, y sobrepasan incluso el carburante diesel en este punto.

Como era de esperarse, los ésteres tienen el mismo uso que los carburantes diesel. Su consumo y su rendimiento energético son parecidos al carburante diesel. El examen de los inyectores y de la cámara de combustión revela depósitos de carbono de poca importancia, que no afectan el funcionamiento del motor. Sin embargo, presentan otros inconvenientes: después de varias horas de funcionamiento con ésteres de aceite vegetal, la grasa de lubricación se diluye y se forman depósitos de grasa sucia en todas las partes del motor en contacto con la grasa. Los análisis muestran que el lubricante es diluido por el carburante. Cuando el motor funciona, hay siempre pequeñas cantidades de carburante que se

escapan a la combustión y que van a mezclarse con el lubricante. Cuando el motor funciona con carburante diesel, las cantidades de carburante sin quemar que pasan al lubricante, son ínfimas, ya que este se evapora con la apertura del cárter. Las dificultades encontradas con la utilización de ésteres de aceites vegetales son las siguientes: —Primero que todo, su temperatura de ebullición mas elevada, implica una combustión incompleta y aumenta la cantidad de carburante no quemada que va a mezclarse con el lubricante. Segundo, no hay evaporación, como en el caso del combustible diesel. En ese momento, parece que se produce una reacción química que forma la grasa sucia. Hay varias soluciones posibles para impedir esto. Primero modificar el motor, sobre todo la forma de los inyectores y así, se hará una mejor vaporización. Segundo, las reacciones de polimerización pueden ser evitadas con la adición de aditivos apropiados. Por último, se puede modificar el carburante, elaborando mezclas, adicionando componentes (como los alcoholes) para mejorar la combustión e impedir la formación de residuos y de grasa sucia. Se deben resolver igualmente, los problemas ligados a la emisión de humo y al olor de los gases de escape. Es solamente después de todo esto, que los ésteres podrán ser considerados como sustitutos del carburante diesel. Hoy, la distribución de la inyección y la dosificación de las mezclas de carburantes son el objeto de las investigaciones. Trabajos intensivos tienen lugar en el campo de la tecnología de los ésteres, que es una de las más interesantes para la utilización de los aceites vegetales como carburante. Pero muchas otras tecnologías ameritarán que se las utilice, como aquellas de las otras ramas de la química y también de la bioquímica. Sería interesante por ejemplo, efectuar trabajos sobre los microbios capaces de dividir las moléculas de aceite vegetal en moléculas más pequeñas.

Todas las tecnologías mencionadas aquí se aplican al tratamiento de los aceites vegetales. Pero se podría igualmente, hacer un esfuerzo para obtener otros productos de base. Es el caso del aceite de colza: se pudo modificar las propiedades del aceite de colza, modificando las características genéticas de la planta. Por consiguiente, la investigación agro-

nómica podría ensayar, por medio de la selección, crear productos susceptibles de servir en la fabricación de carburante alterno.

#### IV. ASPECTOS ECONOMICOS

Después de la discusión de los aspectos técnicos, se van a abordar rápidamente los aspectos económicos. Para obtener una cantidad suficiente de aceite vegetal, es necesario hacer cultivos intensivos de las plantas adecuadas. La selección de la región depende del rendimiento de los cultivos, que dependen a su vez del clima. Se debe insistir sobre el hecho que solo los países que gozan de un clima favorable y dispongan de vastas zonas cultivables pueden ser candidatos para un programa "carburante a base de aceites vegetales". Son necesarias grandes inversiones, para poner en marcha un tal programa. Se deben tener en cuenta todos esos elementos y también, el papel jugado por las decisiones y los sucesos políticos. En estas condiciones, uno debe mostrarse reservado en cuanto a la utilización de aceites vegetales como carburante en el porvenir.

La situación de los otros aceites vegetales es parecida al del aceite de soya. Todo el mundo sabe que los precios del petróleo crudo y del carburante diesel, han aumentado de manera más ó menos constante. El precio del aceite de soya ha tenido fuertes fluctuaciones y se ha mantenido siempre sensiblemente por encima del petróleo crudo. Curiosamente, en estos últimos años ha tenido una tendencia a la baja, pero es aún dos veces más caro que el petróleo (en 1982). Como el aceite vegetal debe pasar por ciertos tratamientos antes de poder ser utilizado como carburante, las perspectivas son aún menos favorables, por consiguiente, hoy, no se puede razonablemente afrontar el uso de carburantes a base de aceites vegetales, por razones económicas. Estos combustibles tienen sin embargo un cierto porvenir, en aplicaciones especializadas, como en los vehículos agrícolas e igualmente cuando las consideraciones estratégicas intervengan.

(Tomado de: Oléagineux, Vol. 38, No. 7, de julio de 1983.)