

El combustible vegetal específico para el agro

Biodiesel

● Ing. Agr. Jorge A. Hilbert
Instituto de Ingeniería Rural, INTA Castelar, Buenos Aires

Desde hace algunos años viene creciendo la idea de contar con un combustible específico para el agro en la Argentina. Entre las alternativas estudiadas el biodiesel posee innegables ventajas ya que sería generado dentro del mismo sector, con interesantes mejoras en el aspecto de control ambiental

● Dentro del uso de diferentes tipos de aceites y derivados se reserva el término de BIO-DIESEL a un conjunto de combustibles oxigenados basados en ésteres de fuentes biológicas renovables (aceites vegetales, aceites animales, aceites reciclados y grasas usadas). Como terminología general, su empleo en motores de combustión interna puede realizarse al 100 % puro (B100) o en mezclas de proporciones variables con gasoil (Ej. B20) 20 % biodiesel 80 % gas-oil.

El éxito de todo nuevo combustible está condicionado al cumplimiento de determinadas exigencias, entre las cuales se pueden citar: la menor cantidad de modificaciones a los motores en uso; no ocasionar una significativa reducción de la potencia o limitaciones en las condiciones de empleo; guardar una relación entre el consumo y la prestación de las máquinas equivalente o similar a la lograda con el actual gasoil; requerir bajas inversiones en el proceso de sustitución; estar disponible en un corto plazo; garantizar un balance energético con saldo positivo y llegar al mercado con un precio que sea competitivo con el del combustible al que sustituye.

Una de las ventajas más destacables de su empleo es que los aceites vegetales provenientes de cultivos agrícolas no alteran el equilibrio del dióxido de carbono atmosférico. Este aspecto es de suma importancia dado el creciente interés que despiertan las alternativas técnicas que permitan disminuir o fijar CO². A esta se suma la biodegradabilidad del producto 90 % en 25 días y su muy baja toxicidad (100 veces menos que la sal y 300 que el gas-oil).

La ausencia de azufre, además, contribuye a que se puedan cumplir las estrictas metas impuestas a muchos países en cuanto a emisiones de SO². Para la Argentina, la Secretaría de Energía y Minería fija reducciones a 1500 pp. en el 2004 y 50 pp. en el 2006. La obtención de estos muy bajos niveles implica el uso del biodiesel como posible aditivo para mantener la lubricidad del gasoil de petróleo.

A estas ventajas se suman las reducciones significativas de componentes aromáticos en los gases de emisión de los motores que emplean aceites y metilesteres.

Desde los años 70 muchos países realizan investigaciones y desarrollos sobre esta tema. En lo referente a motores se desarrollaron equipos especiales y modificaciones que permiten la operación continua con aceites puros refinados.

Los países europeos que por mayor tiempo realizaron experiencias son Austria, Suiza y Francia. En el primero se siguieron dos líneas paralelas. En primer lugar se obtuvo metilester de colza en cooperativas de los propios agricultores, destinada a conseguir un combustible que pudieran utilizar en sus tractores, por otro lado, la obtención de carácter "industrial" permitió la comercialización del "biodiesel". Se lo utilizó, especialmente, como carburante de motores de vehículos que tienen que circular en grandes núcleos de población (colectivos y taxis).

La utilización del biodiesel en los tractores agrícolas de los agricultores que lo producen provocó que algunos fabricantes de tractores

Europeos, y de manera especial el grupo Same+Lamborghini+Hurlimann, se preocuparon en adaptar sus motores a este combustible, de manera que tal que puedan funcionar indistintamente con gas-oil o con biodiesel.

Los planes expansivos del Biodiesel a nivel mundial abarcan a países de primera línea. La producción europea es de 1.200.000 toneladas y esperan multiplicarla por 10 en los próximos 10 años. Los Estados Unidos incentiva la producción mediante subsidios que alcanzan los 300 millones de dólares, lo cual representa el 40 % del precio de la materia prima. La producción actual alcanza aproximadamente las 100.000 toneladas con proyecciones a 800.000 en el 2010.

PRODUCCIÓN DE LOS ACEITES

Los aceites pueden provenir de semillas y frutos de árboles o de cultivos extensivos, hay más de 300 especies diferentes. Los primeros (palma, olivo) son más ricos en contenido pero presentan inconvenientes desde el punto de vista de la cosecha mecánica. Los extensivos como el girasol o la soja, se pueden generar en grandes cantidades y son los de mayor importancia en nuestro país. La obtención del aceite puede lograrse a diferentes niveles:

- *Nivel productor:* Este sistema presenta como desventajas el relativo alto costo de instalación, la necesidad de purificación del producto obtenido, la dificultad de procesar ciertos materiales así como el uso de los residuos con un relativo alto contenido de aceite remanente.

- *Nivel cooperativo o regional:* La mayor tasa de empleo de las prensas tipo expeler reducen los costos de obtención y refinado. Las mayores tasas de extracción producen expelers de mayor calidad para su utilización posterior.

- *Plantas de gran escala:* Estas introducen sistemas secundarios de extracción y tienen las mayores ventajas desde el punto de vista de la eficiencia, los costos finales y la calidad del producto.

EXTRACCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ACEITES

Las formas básicas de extracción son por compresión y extracción con solventes, la misma se realiza con prensas continuas de tornillo

que pueden trabajar con calentamiento o no del material original. Para obtener una extracción total se emplean en forma combinada solventes como el exano comercial que elimina todo el aceite dejando un residual del 0,5 al 1 %. Después de la extracción, el aceite suele pasar por un proceso de purificación mediante su tratamiento con álcali para eliminar los ácidos grasos libres, la materia colorante y los mucílagos. De esta manera se obtiene como subproducto las llamadas *tortas de material sólido* que poseen un elevado contenido proteico e importante valor como alimento animal.

Los aceites vegetales se caracterizan por estar constituidos de moléculas carbonadas complejas (ácidos orgánicos de cadena alta). Su transesterificación implica la reacción de un alcohol (Ej. metanol) con el aceite en presencia de un catalizador alcalino, removiendo el glicerol del ácido graso y reduciéndolo al correspondiente ester (Ej. metil ester) que tiene un peso molecular de 1/3 del original.

Estos procesos realizados sobre los aceites vegetales los transforman en un combustible más parecido al gas-oil, mejorando el flujo y reduciendo los depósitos de carbono y lacas en las diversas partes del motor.

El proceso de transesterificación puede efectuarse en plantas discontinuas o tipo batch o en forma continua. La producción se completa en la etapa final donde por centrifugación se separan los componentes principales debido a su gran diferencia de densidad. El alcohol se recupera y reutiliza en el proceso.

Dada la amplia variedad de materias primas a partir de las cuales se genera el biodiesel, el desafío mayor es el establecimiento de un patrón normalizado que caracterice a estos combustibles de manera que puedan ser mantenidos en forma permanente. En este sentido existen parámetros de caracterización a nivel europeo como norteamericano. En el campo de la regulación, la Argentina ya cuenta con una definición oficial de Biodiesel que limita, por el momento, el concepto de biodiesel a toda mezcla de ésteres de ácidos grasos de origen vegetal. En el cuadro 1 se exponen los parámetros y normas de ensayo empleadas en la determinación de las características básicas del combustible.

Parámetro	Límite establecido
Punto de inflamación ASTM D 93	mínimo 100 C
Número de cetano ASTM B13/06	mínimo 46
Contenido de azufre ASTM D4294	máximo 0,01 % en peso
Alcalinidad máxima ASTM D 664	0,5 mg KOH
Viscosidad cinemática a 40 grados	entre 3,5 y 5 centistokes
Densidad ASTM D 1298	0,875 a 0,900
Glicerina libre máxima	0,02 % en peso ASTM D 6584-00
Glicerina total	0,21 % en peso ASTM D 6584-00

La resolución específica que se podrá vender puro o en mezclas al 20 % en 80 % de gasoil cuya denominación es B-20. Los surtidores deberán estar claramente identificados y las empresas productoras y comercializadoras registradas tendrán que cumplir con todas las normas de seguridad vigentes para el traslado, distribución y despacho de combustibles. Este es un aspecto que se debe tener muy en cuenta para evitar la distribución de combustibles de otros orígenes o adulterados con el nombre de Biodiesel.

Para ajustar más la definición y caracterización de este producto, se está trabajando en la elaboración de la norma IRAM 6515-1 que contiene especificaciones más completas de una variedad amplia de parámetros.

Los costos y beneficios de la producción se evalúan considerando al aceite así como a los productos base para alimento balanceado que se obtienen del proceso. En muchas plantas elaboradoras de productos balanceados, el aceite pasa a ser un subproducto de la elaboración. Durante el proceso de transformación de los aceites en ésteres (transesterificación) se genera un subproducto importante que es la glicerina. Si bien ésta tiene un mercado y uso definido, la ampliación de la oferta del producto deberá evaluarse en cuanto al impacto sobre su precio.

APLICACIÓN EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Los ésteres de los aceites presentan características muy similares al gasoil y se pueden emplear en las mismas condiciones de operación.

Los ensayos de larga duración de biodiesel (reservando este término a los metil ésteres de aceite de colza y girasol) efectuados en laboratorios europeos y con grandes flotas de tractores determinaron que el uso prolongado por un año no produjo incrementos en el desgaste

o depósitos de carbono y por lo tanto serían aptos para su uso a gran escala.

En la Argentina, el Instituto de Ingeniería Rural del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INTA está desarrollando desde hace algún tiempo diversas experiencias de rendimiento y comportamiento del biodiesel de soja y girasol en diferentes tipos de motores. Hasta ahora se encontraron reducidas diferencias en la prestación de los motores con pequeños incrementos en el consumo horario y reducciones del 3 % en par y potencia máxima.

Del conjunto de estudios técnicos y científicos surgieron los siguientes problemas y sus soluciones:

Dilución de los aceites lubricantes. Este es el mayor problema del uso prolongado de biodiesel. El metilester de la colza supera los aros de los pistones llegando al carter. Pueden luego surgir problemas en la inadecuada lubricación de la superficie del pistón y formación de gomas. El período de uso, el diseño de la cámara de combustión, el patrón de inyección y su calibración influyen en el grado de dilución del aceite. Por lo general, reduciendo el cambio de aceite a 150 horas es suficiente para evitar daños y deterioros en los motores.

Compatibilidad de materiales. Algunas pinturas empleadas en tractores pueden ser diluidas por el metilester del aceite de colza. A pesar de que el deterioro no implica ninguna merma en la prestación de los equipos ni riesgo alguno, puede ser fuente de posibles reclamos y se soluciona empleando pinturas adecuadas como las acrílicas.

Rendimiento invernal. Por debajo de cero grado se pueden presentar problemas en el suministro de biodiesel desde el tanque al motor. Esto puede ser fácilmente mejorado incrementando la proporción de metanol del 1 al 2 % en el proceso de transesterificación. Así se puede

- Ensayos comparativos realizados por el Instituto de Ingeniería Rural del INTA, entre biodiesel puro (100), B (20) y gasoil en diferentes exposiciones agrícolas.



reducir el flash point por debajo de 55 grados, aumentando los riesgos. El agregado de otros aditivos permite el uso del biodiesel hasta temperaturas de 10 grados bajo cero.

EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL

La gran ventaja del biodiesel es su rápida degradación en contacto con el suelo haciéndolo ambientalmente "amigable", dado que su toxicidad para seres humanos y animales es baja.

El almacenamiento en grandes tanques puede presentar problemas si el producto no es lo suficientemente puro (presencia de metanol y glicerina); por razones de seguridad el punto flash debe mantenerse por encima de los 55 grados. El biodiesel de colza puro tiene un flash de 167 grados pero con un 0,5 % de metanol residual lo reduce a 35 grados y un 1 % a 25 grados.

Los gases de escape contienen proporciones menores de monóxido de carbono, hidrocarburos y mayores de monóxido de nitrógeno a los provocados por motores funcionando con

- Depósitos de despacho final de biodiesel de la empresa Grutasol. Pilar, Pcia. de Buenos Aires.



- Equipos centrifugadores que permiten la separación y purificación del biodiesel para obtener un producto de óptima calidad bajo norma. Biocom Alvear, Pcia. de Santa Fe.



gasoil. La proporción de cenizas es menor y no se genera dióxido de azufre, principal responsable de la lluvia ácida.

El biodiesel es el primer y único combustible alternativo que posee una evaluación completa de emisiones y efectos potenciales sobre la salud de las personas, aprobado por E.P.A. (Environmental Protection Agency de los Estados Unidos) según lo dispuesto en el artículo 211(b) del Clean Air Act. Estos programas incluyen las más rigurosas pruebas sobre emisiones de combustibles y aditivos. Los datos recogidos a través de estas pruebas concluyen el más completo inventario sobre salud humana y medioambiental que la tecnología actual permite.

Del análisis de los trabajos e investigaciones realizadas se puede concluir que el potencial de destrucción de la capa de ozono es notablemente menor, respecto al diesel de petróleo, sobre todo si se utiliza B100. Las emisiones de sulfatos y óxidos de azufre (componentes esenciales de la lluvia ácida) se eliminan utilizando B100.

- Planta piloto a escala que permite el ajuste de todos los parámetros de funcionamiento antes de la construcción y puesta en marcha de las plantas a escala real.



- Tanques principales de reacción donde se produce el proceso de transesterificación. Biocom Alvear, Pcia. de Santa Fe.



Los contaminantes críticos son notoriamente inferiores con biodiesel:

- *Monóxido de carbono*: Son 50% menores que el diesel convencional.
- *Partículas en suspensión*: Estas partículas que constituyen un gran riesgo para la salud, con biodiesel se reducen en un 30%.
- *Hidrocarburos totales sin quemar*: Las emisiones de hidrocarburos (un factor contribuyente en la formación localizada de smog y destrucción de la capa de ozono) son 93 por ciento más baja para el biodiesel que el combustible diesel común.
- *Los óxidos de nitrógeno*: Las emisiones de NOx del biodiesel aumentan o disminuyen, dependiendo del tipo de motor y los procedimientos utilizados en los ensayos. Las emisiones de NOx (un factor contribuyente en la formación localizada de smog y destrucción de la capa de ozono) aumentan en un 13 por ciento. Sin embargo, la ausencia de azufre en el Biodiesel permite el uso de catalizadores, lo cual reduci-

- Panel de control de una de las plantas productoras de biodiesel construidas durante el año 2001 en la Argentina. Biocom Alvear, Pcia. de Santa Fe.



ría drásticamente la emisión de NOx.

BALANCE ENERGÉTICO

El balance final para la reducción de aceites como de sus metilesteres es muy positivo, llegando a relaciones de 2 a 3 a 1 en el ámbito europeo. Indudablemente estas cifras serían aún superiores para las condiciones argentinas (estudios de la UTN mencionan incrementos de hasta un 332 % en la energía producida). Esto significa que la energía contenida en el producto final duplica la que se emplea en su cultivo, cosecha y tratamiento final.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

El factor económico es crucial para poder ponderar el alcance que puede llegar a tener este tipo de alternativa. Para este análisis se deben considerar los siguientes factores principales:

- Costo de la materia prima (aceites) regidos por precios internacionales (incide en más de un 60 % sobre el costo total del producto).

- Costos de procesamiento, producción y almacenamiento del biodiesel. Variables en función de la tecnología aplicada.

- Proporción final de biodiesel en el combustible final.

- Carga impositiva aplicada al producto final.

- Costos de distribución y comercialización.

Como se verá existen factores manejables desde el punto de vista tecnológico y otros que dependen de la situación de los mercados internacionales y de la prioridad que se le de al tema a nivel gubernamental, habida cuenta de las restricciones presupuestarias imperantes en nuestro país.

Con referencia a los costos de transformación de los aceites se tienen diversos números cuya magnitud es variable. Sin embargo, si no hay un incentivo de tipo fiscal es difícil que los precios finales al productor puedan ser compe-

titivos con relación a los precios actuales del mercado.

Desde el punto de vista macroeconómico y siendo la Argentina uno de los principales exportadores mundiales de aceites oleaginosos, se torna imprescindible tomar en cuenta la balanza de pagos en función del precio de estos productos en el mercado internacional al igual que el de los combustibles derivados del petróleo.

Los incentivos y ventajas que se fueron concretando a lo largo de los últimos años generaron interesantes inversiones en plantas específicas de producción. Muchas de ellas fueron construidas durante el año 2001 y se encontraban en condiciones de iniciar la producción hacia fines del mismo año.

La alternativa de uso de este tipo de combustibles tiene sin lugar a dudas un espacio inmediato para desarrollarse, pero está condicionado a que se ofrezcan las ventajas económicas respecto a su uso. ●

Para consultar en internet:

www.biodiesel.com.ar

www.sagpya.mecon.gov.ar

www.uidaho.edu/bae/biodiesel

www.biodiesel.com

www.nopec.com