

Los biocombustibles líquidos

Ing. Agr. Virginia Lobato
Consultora en Biocombustibles

El problema de la energía para los motores de combustión interna

La civilización se ha construido, desde la antigüedad en base al descubrimiento y utilización de fuentes de energía de forma cada vez más crecientes. Durante la Revolución Industrial y la primera década del siglo XX el uso de la energía creció a pasos agigantados, siendo necesario aumentar indiscriminadamente la producción de carbón y petróleo.

El uso de la electricidad y el acelerado crecimiento de las comunicaciones, hicieron que el consumo de energía alcanzara valores impensables, tanto en el transporte como en los sectores industriales y residenciales.

A fines del siglo XIX comenzó la utilización de la energía nuclear en Francia y Gran Bretaña. Después de la Primera Guerra Mundial, la producción de carbón comenzó a caer, el consumo de petróleo a crecer y la energía nuclear, a mitad de los años setenta, era sólo una pequeña parte de la producción mundial de energía. En 1973 se consumían en el mundo más de 6.000 millones de toneladas equivalentes de petróleo cuando se produce la primera crisis energética.

La incertidumbre acerca de lo que podía suceder con los recursos no renovables, forzó a países dependientes de los combustibles fósiles a la búsqueda de fuentes alternativas de energía.

Se desarrollaron ampliamente tecnologías de producción de electricidad, tales como la energía eólica, la hidráulica y la solar, pero en esas investigaciones quedaron distanciados los sustitutos de los combustibles fósiles que se utilizaban en motores de



Foto: Plan Agropecuario

combustión interna y calderas. Gran parte del transporte mundial de mercaderías, bienes y pasajeros se realiza con máquinas que utilizan este tipo de motores, lo que los convierte en los principales consumidores de los combustibles derivados del petróleo y el gas natural.

Para algunos países, la búsqueda de combustibles sustitutivos del gasoil y la gasolina, constituyó una meta en el sentido de la autosuficiencia energética –caso de Brasil- y para otros de independencia de los precios del petróleo –caso de USA y Europa-, a la vez que de estímulo a sus propias economías.

A ello se le suma, la toma de conciencia de los países no productores de petróleo sobre su vulnerabilidad frente a la inestabilidad del suministro en el futuro y sobre el agotamiento de un recurso no renovable y desigualmente distribuido (aproximadamente el 75% de las reservas probadas de petróleo se ubican en el Golfo Pérsico y Venezuela, las reservas “probables” están en permanente discusión).

La búsqueda de alternativas

La búsqueda de alternativas ha estado motivada además, por el calentamiento global de la atmósfera, la emisión de gases de efecto invernadero y las catástrofes ambientales producidas a partir de derrames de hidrocarburos (EXXON-Valdés, Prestige, San Jorge, Estrella Pampeana). Éstas han puesto en evidencia que muchos países - incluido Uruguay - no están preparados para enfrentarlas.

Es en este contexto, que los biocombustibles líquidos desempeñan un papel creciente en las políticas de los países dependientes del petróleo, con énfasis en sus líneas de investigación y desarrollo (I+D) que, hoy más que nunca, buscan las alternativas más promisorias para las diferentes circunstancias locales y regionales.

Uruguay ha mostrado en el último año, una especial preocupación por la sustitución de los derivados del petróleo, a raíz de que el 60% de la matriz energética los utiliza y de la toma de conciencia de la vulnerabilidad frente al suministro tanto como de la nula

incidencia en los precios. En este sentido, se destaca la reciente sanción por parte del Senado de la República del Proyecto de Ley de Agrocombustibles.

Como antecedente, en el 2002 fue aprobada la Ley N° 17.567 que declara de Interés Nacional la producción de Combustibles alternativos, renovables y sustitutivos de los derivados del petróleo, elaborados con materia prima nacional de origen animal o vegetal. También resultan interesantes las inquietudes e iniciativas mostradas por amplios sectores de la sociedad civil, empresas privadas, ONG's, universidades y centros de investigación que, preocupados por el deterioro del medio ambiente, el precio de los com-

bustibles fósiles y el la dependencia energética, han desarrollado eventos de producción, promoción, investigación y experimentación acerca de los biocombustibles.

¿Qué son los biocombustibles líquidos?

Son todos aquellos combustibles obtenidos a partir de productos biomásicos, que se utilizan en motores de combustión interna.

Los biocombustibles líquidos se obtienen mediante diversos tratamientos de materias primas tales como, excedentes de la producción agrícola, desechos agropecuarios, cultivos energéticos, subproductos agrícolas o agroindustriales, ya sea por vía mecá-



Foto: Plan Agropecuario

nica, química o biológica. Se pueden distinguir dos clases de biocombustibles líquidos:

a. Los alcoholes y derivados, obtenidos a partir de residuos y cultivos amiláceos, sacarígenos y lignocelulósicos que se utilizan como sustituto y/o aditivo de las gasolinas en motores de ignición por encendido (Otto).

b. Los aceites vegetales puros y los ésteres metílicos y etílicos derivados de los aceites vegetales, de las grasas animales o de los aceites vegetales usados y que pueden sustituir al gasoil en cualquier proporción en motores de ignición por compresión (Diesel), o ser usados en motores específicos (Elsbett).



Foto: Plan Agropecuario

El etanol carburante Un poco de historia

El etanol, ha sido usado como combustible automotor desde el nacimiento de los automóviles. En 1894, mientras Louis Renault, Armand Peugeot, Herbert Austin, Henry Ford, Karl Benz y otros, intentaban adaptar en vehículos el motor de combustión interna recientemente inventado, simultáneamente en Francia y Alemania, se investigaba cómo llevar a cabo la utilización del etanol en estos motores. Desde entonces y hasta nuestros días, el uso del etanol en vehículos automotores ha tenido un considerable avance, principalmente porque su uso reduce la dependencia del petróleo, disminuye emisiones contaminantes y se amplían las fuentes de energía alternativas para uso automotor.¹ Cuando el etanol se fabrica a partir de materias primas biomásicas se denomina bioetanol.

Cuando Henry Ford hizo el primer diseño de su automóvil modelo T en 1908, esperaba que el combustible de mayor uso fuera el etanol. De 1920 a 1924, la Standard Oil Company comercializó un 25% de etanol en la gasolina vendida en Baltimore, pero los altos precios del maíz, combinados con dificultades en el almacenamiento y transporte, hicieron concluir el proyecto. Por el año 1925, Henry Ford predijo: "El combustible del futuro derivará de los productos agrícolas." Consistentemente con esta predicción, en 1927 el primer Ford A, venía equipado de fábrica con un carburador de regulación manual para dar al comprador del vehículo la posibilidad de usarlo con gasolina o alcohol.

A finales de la década de 1920 y durante los 30, se hicieron subsecuentes

esfuerzos para reavivar un programa de combustible con etanol, basado en legislación federal y estatal, particularmente en el Cinturón Maicero de los Estados Unidos, pero sin éxito. Entonces, Henry Ford y varios expertos unieron fuerzas para promover el uso del etanol; se construyó una planta de fermentación en Atchinson, Kansas, para fabricar 38.000 litros diarios de etanol, específicamente para combustible de motores. Durante los 30, más de 2.000 estaciones de servicio en el Medio Oeste vendieron este etanol hecho de maíz y que llamaron "gasohol". Los bajos precios del petróleo llevaron al cierre de la planta de producción de etanol en los 40.

En el momento actual, el etanol es el biocombustible más ampliamente utilizado en los Estados Unidos. Más de 1.500 millones de galones (5.670 millones de litros aprox.) se agregan anualmente a la gasolina para mejorar el octanaje y la calidad de sus emisiones. Todos los fabricantes de automóviles de Estados Unidos aprueban el uso de mezclas de etanol y gasolina.

En Brasil, la crisis del petróleo de los años 70, propició la puesta en funcionamiento del Modelo Energético Brasileño cuyo objetivo era la suficiencia energética acompañada de la independencia del petróleo foráneo. Para esto se propuso aumentar la producción doméstica de petróleo y, entre otras medidas, reducir el consumo nacional de gasolina, a través del Proálcool (Programa alcohol) que propiciaba el uso de una mezcla de gasolina con alcohol anhidro, en una proporción de 20% de alcohol y 80 % de gasolina procedente de melaza de caña de azúcar o de mandioca. El consumo de alcohol carburante (anhidro e

hidratado), desde la primera mitad de los años 80, se igualó al de la gasolina en términos globales, situándose en un rango de 11.500 millones de litros por año en los años 90. El Proálcool permitió la creación de casi un millón de puestos de trabajo, con la operación de más de 700 destilerías, instalaciones complementarias, redes de transporte, diseño y fabricación de motores específicos para estos combustibles. Actualmente, el programa ha debido reformular sus objetivos pero continúa con nuevos propósitos: utilizar la tecnología brasileña desarrollada, producir nuevos puestos de trabajo, mantener el compromiso de protección ambiental y mantener a Brasil como el principal productor de etanol del mundo.

Por su parte, en Argentina se desarrolló, aunque con mucho menor impacto, el Plan Alconafta, cuyo objetivo era el de absorber los excedentes de etanol de melaza, sin realizar ninguna extensión de los cultivos de la caña de azúcar.

Entre 1981 y 1987, las 12 provincias integradas al plan, consumían aproximadamente 250 millones de litros de alcohol anhidro por año y se estimaba que la industria y el cañaveral existente poseían capacidad para producir 450 millones de litros de alcohol. Durante los años siguientes, las zafas no fueron buenas, no alcanzándose a cubrir el consumo necesario de alcohol. Por otra parte, el precio internacional del azúcar recuperó su rentabilidad, lo que sumado a las presiones que ejercían las empresas petroleras sobre el Estado, hicieron que el Plan Alconafta fuera dejado de lado poco a poco, hasta desaparecer por completo.

En Europa se llegó a plantear en

1. CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) México. www.conae.gob.mx

1985, el objetivo de sustituir el 25 % del combustible fósil por bioetanol. No fue aprobado por cuestiones de rentabilidad y costo. A pesar de ello, se han dedicado sustanciales fondos para la investigación y el desarrollo de estas tecnologías.

Estados Unidos produce etanol a partir de maíz desde hace más de veinte años y actualmente existen 114 biorrefinerías de etanol y hay 80 más en construcción. Los productos generaron casi 5.000 millones de galones (18.926 millones de litros) de etanol en el 2006, un incremento del 25% en comparación con el año anterior.

El etanol o alcohol etílico ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) es el más común de los alcoholes y se caracteriza por ser un compuesto líquido, incoloro, volátil, inflamable y soluble en agua, cuyas moléculas se componen de carbono, hidrógeno y uno o más radicales hidroxilos (OH). A pesar de que el etanol se ha utilizado mayoritariamente como base en la producción de bebidas alcohólicas, tiene además una serie de aplicaciones en la industria química, farmacéutica y como combustible para motores. El bioetanol se puede utilizar en mezclas de diferentes proporciones con la gasolina y se nombra a la mezcla con una E (de etanol) seguida de la proporción de bioetanol en la mezcla. Así, por ejemplo, la mezcla E10 estaría formada por un 10% de etanol y 90% de gasolina, E85 por 85% etanol y 15% gasolina o E100 etanol en su forma pura. Se puede utilizar como:

- E100, Alcohol hidratado: Combustible único para motores de ciclo Otto fabricados específicamente.
- E5, E20, E85. Alcohol anhidro: En mezclas de diferentes proporciones con gasolina para motores Otto sin modificar.
- MAD 8. Mezclas con gasoil: alcohol 8% - gasoil 89.4% para motores de ciclo Diesel sin modificar.
- Reemplazando el actual compuesto oxigenado, MTBE (éter butílico del metanol) por ETBE (éter butílico del etanol) como aditivo antidetonante para las gasolinas sin plomo)

Foto: Plan Agropecuario



- Reemplazando el MTBE por bioetanol directamente en una proporción del 5% para lograr el mismo octanaje de las gasolinas.
- En la fabricación de biodiesel.

El etanol puede obtenerse a partir de la fermentación y destilación de materiales biomásicos tales como: residuos y cultivos amiláceos, sacarígenos y lignocelulósicos: trigo, cebada, maíz, frutas, hortalizas, papas, remolacha y caña de azúcar, residuos forestales y residuos urbanos e industriales.

Uno de los inconvenientes de carácter logístico que presenta el etanol, es su imposibilidad de ser distribuido a través de un sistema de cañerías, por lo que su transporte debe necesariamente realizarse por medio de camiones o ferrocarriles. Se debe mezclar con la gasolina lo más cerca del punto de consumo, debido a la afinidad del alcohol anhidro con el agua. Los sistemas de almacenamiento y transporte (poliductos) de gasolina, tienen presencia de agua en menores proporciones que ocasionarían inconvenientes a la mezcla etanol-gasolina. Por esta razón, la producción de alcohol deberá hacerse en las regiones del país donde

exista la materia prima y estén cerca los centros de consumo.

Biodiesel

El uso de aceites vegetales para su consumo en motores de ignición por compresión data de 1900 cuando el propio inventor de dichos motores Rudolph Diesel, usó aceite de nuez puro para hacerlos funcionar (algunos autores insisten en que fue aceite de maní).

Posteriormente en 1938, Walthon determinó que la utilización de aceites puros, provocaba depósitos de carbón en los motores debido a la presencia de glicéridos en esos aceites y promovió el llamado proceso de transesterificación que fue patentado por los años 1940.

Durante la Segunda Guerra Mundial, científicos chinos desarrollaron un procedimiento de refinado de combustible para motores diesel a partir de aceite de tung y de semillas de colza para movilizar vehículos militares.

El primer reporte de ensayos de motores fue realizado por Meurier en 1952, con pruebas de laboratorio y a banco. Luego de la crisis energética de los años '70 las investigaciones se acrecentaron hasta que a partir de 1988 se instalaron en Austria las primeras plantas de producción de biodiesel, extendiéndose a



Fotos: Plan Agropecuario

Alemania y en mayor o menor grado al resto de Europa y USA.

Motivos económicos en un principio y ambientales más tarde, determinaron que la Unión Europea decidiera incorporar el biodiesel en pequeñas proporciones al gasoil utilizado para automoción, contemplando el objetivo de llegar a un consumo de biocombustibles del 7% de los derivados del petróleo para el año 2010. Otra de las razones para este desarrollo en Europa es que la legislación obliga a los productores agropecuarios a dejar tierras sin cultivar que pueden ser productivas si se destinan a la producción de combustibles (tierras de retirada, set-aside lands).

En Estados Unidos, la producción de maíz y de soja ha tenido un gran crecimiento en las últimas décadas, lo que ha determinado que las grandes corporaciones maiceras y sojeras se dedicaran a la búsqueda de nuevos destinos para sus productos.

En 2001, Brasil puso en marcha el Probi biodiesel, enmarcado la política de desarrollar cultivos económicamente rentables en regiones como el noreste, tradicionalmente desatendidas.

El término biodiesel puede resultar impreciso, ya que comprende a los combustibles obtenidos a partir de aceites y grasas vegetales o animales y sus ésteres etílicos y/o metílicos, que funcionan en cualquier motor diesel pero no se refiere a los aceites puros.

En cuanto a las mezclas de éstos con

gasoil, se puede nombrar a la mezcla con una B (de biodiesel) seguida de la proporción de biodiesel en la mezcla. Así, por ejemplo, la mezcla B20 estaría formada por un 20% de biodiesel y un 80% de gasoil.

La American Society of Testing and Materials define al Biodiesel como "el éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores diesel".

A diferencia de combustibles alternativos renovables como el bioetanol y no renovables como el gas natural comprimido (GNC) y el gas licuado de petróleo (GLP), los ésteres de aceites vegetales no requieren de modificaciones en los motores de combustión interna, salvo sustituciones menores de algunos elementos derivados del caucho ya que es incompatible con él, por lo que debe ponerse cuidado en el mantenimiento de sellos, juntas, mangueras, tuberías y diafragmas de bombas de transferencia, construidos en estos materiales. Tampoco requiere nueva infraestructura de distribución o almacenamiento y su punto de ignición es muy superior al del gasoil por lo que su transporte resulta menos peligroso. Posee una vida útil de entre seis u ocho meses por lo que se aconseja su utilización antes de que se oxide.

Las propiedades físico-químicas del biodiesel son comparables a las del ga-

soil aunque su poder calorífico es aproximadamente un 10 por ciento menor lo que determina pequeños aumentos en el consumo específico de combustible. En términos generales, se observa un desempeño similar al gasoil tanto en la potencia como en el torque, menor desgaste del motor y niveles menores de contaminantes en las emisiones de escape. No afecta el uso de catalizadores y trampas sino que se complementa adecuadamente con ellos.

Por otro lado, el biodiesel presenta algunos inconvenientes tales como la persistencia de emisiones altas de óxidos de nitrógeno (NOx), la dilución del aceite lubricante en el cárter que obliga a recambios más frecuentes y algunas dificultades para el arranque en frío por aumento de la viscosidad u obstrucción del filtro de combustible, lo cual se traduce, en una reducción del caudal de la bomba de inyección y una pérdida de potencia. Los ésteres tienen también puntos de enturbiamiento y de escurrimiento más altos que los aceites de los cuales derivan y ello es la causa de las dificultades que se han observado en climas fríos.

Existen varias materias primas para la obtención de ésteres de ácidos grasos: aceites vegetales convencionales, aceites vegetales alternativos, aceites de semillas genéticamente modificadas. Pero también se pueden utilizar aceites de fritura usados, grasas animales y aceites de otras fuentes.

Las materias primas utilizadas en la producción de biodiesel han sido los aceites de semillas oleaginosas como el girasol y la colza (Europa), la soja (Estados Unidos) y el coco (Filipinas); y los aceites de frutos oleaginosos como la palma (Malasia e Indonesia).

En general, en los países donde se utiliza biodiesel, la materia prima usada es la más abundante en el lugar. El aceite de colza y palma son las materias primas con mayor cuota de utilización en la producción mundial de biodiesel.

En segundo lugar está el aceite de girasol, seguido por aceite de soja. Las otras materias primas son el aceite de coco, los aceites usados y el sebo de origen animal.

Son aptos para la producción de biodiesel, aunque algunos presentan restricciones, los aceites de ricino, cardo, uva, maní, y oleaginosas no tradicionales no alimentarias, dependiendo su utilización del costo de producción más que de cualquier otro factor químico o agronómico, aunque se presentan como alternativas promisorias ya que no compiten en el mercado con los aceites alimentarios tradicionales de soja y girasol.

Por otro lado, se han modificado genéticamente algunas especies oleaginosas para conseguir aceites de determinadas características, más aptos para la fabricación de biodiesel, como es el caso del aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico y del aceite de lino de bajo contenido de ácido linoléico.

La mayor fortaleza de los biocombustibles es su potencial para reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

En este marco, sobresale el particular interés por los efectos que la quema de combustibles fósiles tiene en el planeta, en particular en el Cambio Climático.

Ya no quedan dudas que la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) ha influido en ese fenómeno, así como también hay consenso en que la intervención humana ha sido un factor determinante para su acrecentamiento. Las mayores causas identificadas para el aumento de la concentración de GEI en la atmósfera son la quema de combustibles fósiles y la deforestación (los



cambios en las modalidades de uso del recurso suelo).

Las emisiones de GEI a la atmósfera debidas a la quema de combustibles fósiles se estimaron en 6,3 GtC/año¹ en la década de los 90; mientras que las atribuidas a la deforestación de 16,1 millones de hectáreas anuales (FAO 2001) se estimaron en 1,6 GtC/año. Si continúa el ritmo actual de incremento en las emisiones de GEI, esta cifra se elevaría a 26 GtC anuales para el año 2100.

Los GEI se denominan así por su capacidad de atrapar calor solar en la atmósfera terrestre, tal como sucede en los invernáculos. Los más importantes GEI son: el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), y los clorofluorocarbonados (CFC).

Por lo expuesto anteriormente es que muchos países han resuelto, que para reducir el consumo de combustibles fósiles, se debe fomentar la incorporación de biocombustibles en sus matrices energéticas, entre otras medidas de mitigación, tales como el ahorro de energía y el uso eficiente y racional de la misma.

Las características de biodegradabilidad y renovabilidad que presentan dichos combustibles los tornan sumamente favorables para el medio ambiente, hasta tanto no se desarrollen tecnologías más limpias y eficientes, tanto para el transporte como para la

generación eléctrica.

El carácter de renovable se manifiesta como la principal diferencia con los combustibles fósiles, es que la quema de los mismos libera a la atmósfera CO₂ que ha estado inmovilizado por millones de años, resultando en un incremento del contenido neto atmosférico de CO₂; mientras que la quema de biocombustibles libera CO₂ que no incrementa las emisiones netas de CO₂, dado que fue absorbido e inmovilizado recientemente por las plantas como parte del ciclo atmosférico del carbono.

La eficiencia de esta sustitución se expresa en emisiones reducidas por unidad de tierra o biomasa usada y en los costos de sustitución por tonelada de Carbono.

La reciente polémica entre la producción de energía desde la agricultura (agroenergía) y la producción de alimentos, en consideración a que el recurso suelo es tanto o mas finito que el petróleo, se podrá dirimir sólo cuando se tome conciencia de que ambos sectores son estratégicos y se aplique la ecuanimidad y el uso racional de los recursos en ambas producciones. Los balances de carbono, de energía y económicos son básicos en la toma de decisiones respecto de qué sector y en qué medida se deben promover.

¹ GtC = 10.000.000.000 toneladas de carbono