





ENERGÍA

El biodiesel va en ascenso

Qué le falta a este aceite para afirmarse como un biocombustible nacional

MARCOS DE OLIVEIRA

Publicado en abril de 2007

Compañero del etanol en el ámbito de los combustibles renovables, el *biodiesel* comienza a afirmarse en Brasil en relación con la producción y distribución en los puestos de reabastecimiento. Hasta finales de este año, el total producido debe alcanzar los 750 millones de litros, casi los 840 millones que el país deberá producir a partir del 2008 para alcanzar la cuota del 2% de incorporación de ese biocombustible al gasoil mineral derivado del petróleo, tal como lo prevé la ley federal de 2004, que estableció el *Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel*. En el transcurso de estos últimos años, alrededor de tres decenas de centrales se han construido o están listas para su inauguración, y surgieron nuevas tecnologías de producción. Pero aún hay mucho por hacer. Casi la totalidad de este biocombustible que es producido hoy en Brasil no es propiamente renovable porque se fabrica con metanol, una materia prima esencial para el proceso de transesterificación, la reacción química que transforma el aceite vegetal en *biodiesel*.

El metanol es un alcohol derivado del gas natural o extraído del petróleo, por lo tanto, no renovable. La alternativa es la utilización de etanol, también factible de utilizarse en ese tipo de reacción. El problema consiste en que para fabricar el *biodiesel*, la cantidad de etanol necesaria es mayor que la de metanol, utilizado hasta ahora. Para producir mil litros de biodiesel, las usinas incorporan actualmente en el proceso de producción hasta 300 litros de metanol. En el caso de la fabricación con etanol, ese número crece hasta los 500 litros, de alcohol fabricado en Brasil, a partir de la caña de azúcar. En ambos procesos, sin embargo, se recupera alrededor del 50% de esos alcoholes, en un proceso denominado recuperación del exceso, que retorna el sobrante al inicio del ciclo de producción. Con precios similares, dependiendo de la región en donde se produce el *biodiesel*, los productores prefieren el metanol, debido al menor costo.

Una de las posibilidades que pueden ayudar para que el alcohol renovable sea incorporado en la producción de *biodiesel* es un sistema desarrollado por el profesor Miguel Dabdoub, del Laboratorio de Desarrollo de Tecnologías Limpias (Ladatel) de la Universidad de São Paulo (USP) en Ribeirão Preto. "En Brasil contamos con la oportunidad de usar etanol, pero la mayor parte de las industrias no disponen de la tecnología para ello", dice Dabdoub. "Desarrollamos un

La mayor parte del *biodiesel* se fabrica con metanol, extraído del gas natural, pero también puede producirse con etanol



Central montada por la Tecbio en Floriano, en Piauí: aceite de soja y ricino

proceso para la ruta etílica dentro de un concepto de eficiencia energética en el que es preciso utilizar menos alcohol y gran parte del mismo es recuperado al final del proceso para su ulterior reutilización". Para ello fue importante el desarrollo de catalizadores, sustancias que aceleran la reacción química, en ese caso, basados en cobre o vanadio. "Estamos elaborando una patente sobre los catalizadores y el nuevo proceso". Además del uso del etanol, Dabdoub propone un conjunto completo de estudios de efluentes y tratamiento de residuos. "Imaginemos que se produzcan 2 mil millones de litros de *biodiesel* en Brasil, necesitamos recordar que se gastaría en el proceso más de mil millones de litros de agua, que precisan de alguna forma ser recuperados y volver al circuito de producción".

Pero algunos son contrarios al uso del etanol. "El etanol es casi un *commodity*, un producto final, y utilizarlo, significa oponerse al punto de vista industrial", dice el empresario Expedito Parente, profesor retirado de la Universidad Federal de Ceará, autor de la primera patente de *biodiesel* brasileño, depositada en 1977. Actualmente, él es socio en la Tecbio, empresa cearense que construye plantas fabriles para la producción de *biodiesel*. Para

él, el etanol es un producto noble que no debe ser utilizado como materia prima. "Principalmente en la Región Nordeste, el metanol es más económico, además de utilizarse alrededor de un 50% menos que en el caso del etanol", dice Parente. "El metanol está básicamente compuesto por un gas que podría ser extraído de biomasa mediante la gasificación de residuos agrícolas, o hasta del bagazo de caña; esto es *biometanol*".

La llama invisible - Para Dabdoub, es importante no oponerse a la ruta metílica, porque actualmente ella es, bajo la óptica socioeconómica, la más factible, aunque igualmente sea importante ir pensando en un combustible 100% renovable. "En el proceso desarrollado en Ladedel nosotros hemos trabajado con metanol, y los costos son menores, pero es necesario aclarar que el metanol, además de no ser renovable, genera problemas en el sistema productivo por ser más propenso de ocasionar contaminación, además de ser más peligroso: al iniciar la combustión, su llama es invisible, contrariamente a lo que sucede con el etanol".

La técnica de transesterificación es antigua, tiene más de un siglo. Se utiliza más metanol porque es una tecnología

desarrollada en el hemisferio Norte, donde hasta hace poco tiempo el etanol no existía en grandes cantidades. Es el momento de tropicalizar esa tecnología. El metanol es caro y más tóxico, además de provocar mayor cantidad de accidentes", dice el ingeniero agrónomo Décio Luiz Gazzoni, investigador de Embrapa soja, unidad con sede en Londrina, Paraná, de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria. "Considero, por los informes que poseo, que dentro de dos años, mediante inversiones públicas y privadas, conseguiremos avanzar hacia un proceso de obtención de *biodiesel* con etanol. Varios grupos – como la USP, la Universidad Federal de Paraná, la Universidad Federal de Río de Janeiro y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de São Paulo (IPT) – están estudiando la utilización de etanol, una tecnología que resulta más adaptable a este país", afirma. "Es una cuestión de detalles".

Gazzoni, quien formó parte del equipo técnico en la elaboración del Plan Nacional de Agroenergía, lanzado por el Ministerio de Agricultura en 2003, y es miembro del International Science Panel on Renewable Energies (Panel Científico Internacional en Energías Renovables), que forma parte, entre otras entidades, del Consejo Internacional de Ciencia (ICSU, sigla en inglés), considera que el desarrollo del *biodiesel* en Brasil aún se halla en su etapa embrionaria. "En escala mundial también. El período actual en que se encuentra el *biodiesel* es comparable al del alcohol en los años 1980. Aún debe correr mucha agua debajo del puente desde el punto de vista tecnológico, y Brasil nuevamente cuenta con ventajas comparativas respecto de otros países". Para él, entre las ventajas en relación a ese biocombustible se encuentra principalmente el innegable acuerdo entre los estamentos del conocimiento científico. "Necesitamos hacer la diferencia ahora, que estamos a contramano del mundo, contrariamente a lo que sucedió con el etanol. No fuimos capaces en el pasado de percibir la importancia del *biodiesel*".

El argumento de Gazzoni puede observarse principalmente en la previsión de

plantíos para la producción de aceite vegetal. “Necesitamos optimizar la producción en plantaciones como el dendé (también denominado palma), el ricino, la canola (colza), el girasol y hasta la soja, pero eso demorará. El punto principal es la búsqueda de mayor densidad energética en plantaciones antes destinadas a la alimentación humana o animal”. Gazzoni considera que, en la práctica actual, de esos cultivos sólo el dendé, con una producción de más de 3 mil litros por hectárea (l/ha), pudiendo alcanzar los 4 mil, es sustentable en una proyección a 20 años. Nada comparable aún con la vieja y bonita caña de azúcar, gramínea capaz de producir actualmente, como mínimo, 8 mil l/ha.

Durante una conferencia en el Instituto de Estudios Avanzados de la USP, en marzo, Gazzoni recordó que el mundo produjo 6,2 millones de toneladas de *biodiesel* en 2006 y necesitará, en 2011, de una producción de 33,5 millones, y en 2020 de 133,8 millones. La mayor producción procede principalmente de Europa, donde el porcentaje de *biodiesel* adicionado al diesel será del 5,75% hasta 2010. La producción en aquel continen-

te alcanzó los 3,84 millones de toneladas en 2006, frente a 6,06 millones en 2005; en ambos años Alemania estuvo al frente en esa medición. Allí, el principal aceite utilizado es el de canola, antes un producto europeo de exportación, y ahora restringido al continente para propulsar ómnibus, camiones y automóviles, que también, en gran medida, son accionados por diesel. En Europa, el *biodiesel* se produce industrialmente desde 1992 y su utilización es relevante en este momento sobretudo en función de la disminución de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO₂). Varios estudios indican que el uso de 1 kilogramo de *biodiesel* reduce en alrededor de 3 kilogramos la cantidad de CO₂ emitido hacia la atmósfera. Las emisiones de contaminantes del *biodiesel* son del 66% al 90%, en comparación con el *diesel* convencional.

La realidad del *biodiesel* producido hoy en Brasil se da básicamente con la soja, cuya oferta y precio seducen a los productores, además de que el residuo de la producción del aceite, la denominada torta de soja, representa un buen mercado

en la alimentación animal como fuente de proteínas. Sucede que la soja tiene características físicas no muy propias y productivas para el *biodiesel*. Sus granos rinden apenas un 18% de aceite, resultando en una producción de 700 l/ha. El ricino, con 47% de aceite, alcanza 1200 l/ha, y el girasol, con el 40%, 800 l/ha. Según Ricardo Dornelles, director del Departamento de Combustibles renovables del Ministerio de Minería y Energía, la soja es la materia prima del 55% del *biodiesel* nacional producido hasta ahora. “El ricino representa el 20%, y el resto se divide entre otras oleaginosas como el *dendé* y el nabo forrajero”. Para él aún falta recorrer un largo camino de investigación, tanto en el proceso de utilización del etanol, que requiere perfeccionamiento para contribuir con los costos industriales, como en el desarrollo de otros cultivos que presentan mayor productividad y también en el control de plagas. “El cultivo de soja lleva ventaja porque el proceso de producción del aceite se encuentra desarrollado y totalmente dominado por la agroindustria”, dice Dornelles. “Pensamos que es preciso también pro-

El piñón no es manso

Alabado en todos los estamentos como la planta del futuro para una producción enorme de *biodiesel*, el piñón manso, un arbusto común, demostró que no es tan manso en realidad. Aún es una planta salvaje, o al menos lo es desde una perspectiva agrícola. Su cultivo en gran escala es inexistente y nunca fue estudiada en detalle. La domesticación está comenzando, pero aún es pronto para creer en las maravillas declamadas por el país, inclusive con la venta de semillas por Internet. El alerta fue dado en forma de manifiesto, en febrero, por un grupo de 11 investigadores de Embrapa y de la Empresa de Investigación Agropecuaria de Minas Gerais. “Creemos en el potencial futuro de la planta, pero su conocimiento técnico es limitado porque no conocemos varios parámetros de su plantación, tales como el espacio entre plantas, trasplantes, y principalmente, plagas y enfermedades”, dice el investigador Liv Soares Severino, de Embrapa Algodón, con sede en Campina

Grande, en Paraíba. “Una de nuestras preocupaciones es que muchos agricultores inviertan en la planta y luego de dos o tres años vengan hasta nosotros para que podamos resolver problemas del cultivo. Y aún no la conocemos desde el punto de vista agrícola”. Severino, mediante un proyecto financiado por Petrobras, viajó junto a otros



investigadores brasileños hasta la India, donde se decía que el cultivo del piñón manso estaba desarrollado. “Descubrimos que ellos conocen tan poco como nosotros”. Uno de los problemas apuntados es el de la cosecha. La planta cuenta con la ventaja de ser perenne, o sea, no es necesario plantarla todos los años, pero los frutos no maduran al mismo tiempo. Es necesario realizar varias recolecciones manuales, y con eso el costo de la plantación aumenta. En relación a la cantidad de aceite, se estimaba en más de mil litros por hectárea, pero Severino dice que tal cantidad no supera los 400 l/ha, aunque existe potencial para aumentar bastante esa cantidad. Antes del *biodiesel*, el piñón manso se hallaba relegado a la función de planta de patio o de mera curiosidad y gusto personal. Pero ya había vivido mejores épocas, cuando en el siglo XIX, su aceite, como el de otras fuentes, como el de ballena por ejemplo, se utilizaba en la iluminación de las calles de Rio de Janeiro.

gramar y construir un mapa de los cultivos de modo que resulten más productivos en determinadas regiones”.

El ricino, por ejemplo, ocupa el segundo lugar principalmente por los incentivos a los productores en la Región Nordeste. El subsidio establecido por el Programa Nacional de Biodiesel se otorga a la producción que resulta de iniciativas consideradas como cultivos familiares y desgrava de impuestos a los productores de esos cultivos en las regiones Norte, Nordeste, y en el semi-árido. La Petrobras, intentando ayudar en ese sentido, comprando semillas de ricino y de girasol a los pequeños productores, estableció una unidad productora de biodiesel en Pólo de Guamaré, en Rio Grande do Norte.

Extracción general - No faltan alternativas en el mundo en cuanto a plantas con las que se puedan producir aceites vegetales, principalmente en las zonas tropicales del planeta. Pero también en las zonas frías, como la región de la Patagonia en Argentina, por ejemplo, ya existen iniciativas para la producción de biodiesel con aceite de algas marinas. En marzo, el sitio web de la Red de Ciencia y Desarrollo, SciDevNet, acrónimo en inglés,

anunciaba un emprendimiento argentino impulsado por la empresa *Oil Fox*, que realizó un acuerdo con el gobierno local para cultivar algas marinas en grandes piletones en la provincia de Chubut. Con una inversión alemana de 20 millones de dólares, la empresa anunció que espera producir 240 mil toneladas de biodiesel marino anuales en apenas 300 hectáreas frente a las 600 mil hectáreas que serían necesarias para esa producción si el cultivo fuera soja.

En Brasil, aún existen muchas alternativas, tales como la palma *babaçu*, el cacahuete o maní, las semillas de algodón, el *pequi* y el piñón manso (*ver epígrafe*), por ejemplo, además de otras plantas amazónicas aún sin cultivos establecidos. Ya se han experimentado otras alternativas. “Entre 1977 y 1980, cuando ensayábamos con varias materias primas, una productora de jugo de maracuyá cearense, llamada Agrolusa, nos pidió que intentásemos producir biodiesel con las semillas de esa fruta”, recuerda Expedito Parente, de la Tecbio. “Fue un acierto y los vehículos utilitarios de la empresa rodaron durante seis meses propulsados con ese biodiesel. Pero luego verificaron que los precios pagados por el aceite de semillas de mara-

cuyá por parte de la industria cosmética eran bastante más compensadores”.

Otra curiosa experiencia de Parente en la etapa inicial del biodiesel en Brasil, fue la producción de biocombustible con aceite de sardina. “Recibí de una empresa de Bélgica, 200 litros de aceite de pescado, que se comportó de manera óptima en la producción de biodiesel”. La grasa animal o sebo, tanto de bovinos, como de pollo y porcina, también se encuentra actualmente en la mira de los productores mediante la utilización del mismo proceso de transesterificación. “En Brasil se hallan disponibles 700 mil toneladas anuales de grasa bovina para la producción de biodiesel, un producto que dejó de ser residuo para transformarse en un subproducto”, dice Carlos Freitas, consultor y socio de la Conatus Bioenergía, que se prepara para instalar una fábrica de biodiesel en el norte de Paraná, con capacidad para producir 200 toneladas por día, inicialmente con aceite de soja y girasol. “La grasa animal es importante, pero, por la cantidad ofertada, siempre quedará al margen de los aceites vegetales”.

Aunque recién surge, la industria del biodiesel en Brasil ya exporta tecnología. Dabdoub, de la USP, ya ha asesorado en la construcción de dos usinas de biodiesel en Estados Unidos. Una de ellas, en la ciudad de Gilman, en el estado de Illinois, es propiedad de un empresario brasileño, Renato Ribeiro, quien produce aceite de soja en suelo norteamericano. Ella tiene una capacidad de producción de 110 millones de litros anuales y utiliza el etanol extraído del maíz. En ese contrato, 2 millones de dólares fueron exportados desde Brasil hacia Estados Unidos en equipamientos. En otra usina, en Durant, en el estado de Oklahoma, Dabdoub sólo transfirió conocimiento bajo la forma de asesoramiento. La usina se encuentra en construcción para producir 80 millones de litros anuales y sólo empleará equipamientos brasileños, posiblemente, en una segunda etapa.

Durante la ejecución de ese trabajo Dabdoub recibió una oferta de convenio para el estudio del biodiesel, entre la



PETROBRAS

Unidad de producción experimental de la Petrobras en Guamaré, en río Grande do Norte

Universidad del Estado de Oklahoma y la de Texas, en una colaboración que cuenta con el apoyo de la Sociedad Brasileña de Química y de su similar norteamericana. La interacción beneficiará a los alumnos por medio de pasantías entre los dos países. Para el investigador, esa es una ruta de doble dirección. “El conocimiento no se entrega, se intercambia”, dice Dabdoub, quien también preside la Cámara de Biocombustibles del gobierno del estado de São Paulo.

Planta piloto - La colaboración y la interacción con el medio académico también se hallan en la mira de la empresa Marchiori, que desarrolla equipamientos, tales como tubos, tanques y reactores para usinas de *biodiesel* construidos con fibra de vidrio en lugar del tradicional acero, que cuestan, según el ingeniero de producción, Antonio Martinho Marchiori, socio de la empresa, entre el 30% y 40% menos que los usados actualmente. “Contamos con una patente por los equipamientos y el proceso de producción del *biodiesel* con fibra de vidrio”, dice Marchiori, quien donó una planta piloto, que produce 200 litros por día, para el Polo Nacional de Biocombustibles que funciona en la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la USP. “Lo mismo estamos haciendo con la Universidad Estadual Paulista (Unesp), en la ciudad de Ilha Solteira. En ambos casos, pretendemos que, con los estudios que serán realizados, obtener una mejoría en nuestras usinas en puntos en los que la universidad puede colaborar, como automatización e informatización”.

Otra mega asociación recién finalizada que presentó sus resultados al Ministerio de Ciencia y Tecnología en marzo, fue la de la aprobación en ensayos de mezcla de 5% de *biodiesel* agregado al *diesel* mineral. Participaron del proyecto la Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (Anfavea), empresas autopartistas, además del Instituto de Tecnología para el Desarrollo (Lactec) de Curitiba, Paraná, el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IPT) y la Unesp de Jaboticabal. Con ello, el gobierno y las plantas de montaje pueden adoptar el 5% programado para el año 2010. “Fueron 140 camiones, además de algunos tractores, que recorrieron miles de kilómetros y cuando abrimos los motores, verificamos excelente durabi-



EDUARDO CESAR

La fibra de vidrio es una apuesta de la empresa Marchiori para disminuir costos

lidad y mejor lubricación”, dice Dabdoub, quien coordinó los trabajos. “La ensambladora de tractores Valtra ya piensa en otorgar garantías en hasta un 20% de *biodiesel*”.

Tests similares fueron finalizados en agosto de 2006 para el grupo francés PSA Peugeot Citroën, y realizados por el equipo de Dabdoub junto con el Lactec. Un Peugeot 206 y un Xsara Picasso, con motores *diesel*, comunes en Europa, recorrieron más de 110 mil kilómetros, además de ser sometidos a test de laboratorio, con 30% de *biodiesel*, presentando excelentes resultados. “Utilizamos aceite de dende, soja y ricino en diferentes proporciones y etanol en la producción”.

Para Dabdoub aún existe una extensa área de investigación por desarrollar en cuanto al *biodiesel*. Una de ellas, la denominada catálisis enzimática – de la misma forma que sucede con los estudios de investigadores brasileños y de fuera del país para el uso del bagazo de caña o de otros residuos para la extracción de etanol.

En el caso del *biodiesel*, el objetivo es extraer más aceite de los residuos de producción del aceite de soja, del ricino y de otras plantas utilizadas en la producción del *diesel* vegetal. “Nosotros ya lo conseguimos, pero el método aún no es competitivo”, dice Dabdoub. Él también afirma que la glicerina – un producto resultante del proceso de transesterificación que se vende para la industria química, farmacéutica y de cosméticos – podría utilizarse como un nuevo recurso energético dentro de la usina de *biodiesel*. Ella generaría energía eléctrica por medio de la creación de vapor para accionar turbinas, como se hace con el bagazo de caña en las usinas sucroalcoholeras. Pero sólo será viable cuando caiga al 70% del valor actual el *diesel* derivado del petróleo, utilizado como combustible en caldera o para calefacción en países de clima frío, compensando, de esa manera, el menor poder calorífico de la glicerina, con un precio menor también. En el escenario actual, con el precio de la glicerina casi a 700 dólares por tonelada, aún es inviable utilizarla en calderas para la generación de energía”.



LABETE/LACTEC

En el Lactec, en Curitiba, test de laboratorio para un automóvil propulsado con un 30% de *biodiesel*