

Cultivando alternativas al petróleo

*Suzanne C. Hunt y Janet L. Sawin
con Peter Stair*

En una ocasión, el director general de la compañía automovilista Ford Motor le dijo a un periodista del *New York Times*: «El carburante del futuro se obtendrá de frutos como los de ese arbusto de zumaque a la orilla de la carretera, o de manzanas, de malezas, de virutas de serrería —casi de cualquier cosa. En cada pedazo de materia vegetal susceptible de fermentación hay carburante».¹

Estas palabras, que reflejan perfectamente el entusiasmo y las expectativas que hoy suscitan los biocarburantes, fueron pronunciadas en realidad por Henry Ford en 1925. Algunos de los primeros motores desarrollados por Ford y otros pioneros del automovilismo funcionaban con biocarburantes —con mezclas de etanol y gasolina en el caso de los primeros motores de ignición, y con aceites de cacahuete y de cáñamo los primeros motores de compresión de Rudolph Diesel. Tras un extravío de ocho décadas por la era del petróleo, vuelven en la actualidad los biocarburantes, impulsados por una potente combinación de avances tecnológicos, preocupaciones ambientales crecientes, apoyo de los agricultores y una subida vertiginosa de los precios del petróleo.²

Los biocarburantes se fabrican a partir de materias vegetales —por ejemplo, caña de azúcar, o habas de soja— y otras materias primas renovables. Los más utilizados en el transporte son el etanol y el biodiesel; el etanol representa actualmente más del 90% de la producción mundial de biocarburantes. Aproximadamente la cuarta parte de la producción mundial de etanol se destina a bebidas alcohólicas o a usos industriales (como disolventes, desinfectantes o materias primas para procesos

químicos); el resto se convierte en carburante para vehículos motorizados.

El biodiesel se obtiene a su vez de aceites vegetales que se transforman en un carburante muy parecido al gasóleo. La mayor parte del biodiesel del mundo se utiliza como combustible en el sector de transporte, aunque parte se destina a calefacción y a otras aplicaciones.³

La producción mundial de etanol se ha duplicado desde 2000, mientras que la de biodiesel casi se ha triplicado, si bien partiendo de niveles mucho más bajos (véanse los gráficos 4-1 y 4-2). La producción de petróleo, en cambio, tan sólo ha subido un 7% desde 2000. Aún así, los dos biocarburantes sólo representaban en 2004 el 2% del total mundial de combustible destinado al transporte. Brasil, que ha liderado el desarrollo de biocarburantes desde 1980 y produce el 37% del etanol mundial, ha demostrado la viabilidad a gran escala de esta fuente de combustible: en 2004 el etanol obtenido a partir de caña de azúcar representaba aproximadamente el 40% del carburante utilizado en motores que no fueran de gasóleo en este país.⁴

La subida de los precios del petróleo a partir de 2004 ha aumentado el interés por los biocarburantes, moviendo a otros países a seguir el ejemplo de Brasil. Han visitado este país delegaciones de China, de

Gráfico 4-1. Producción mundial de etanol, 1980-2004

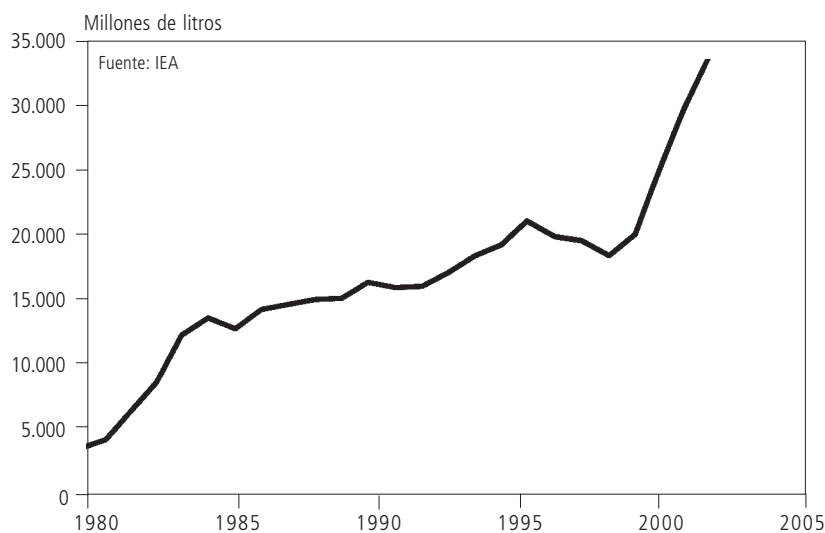
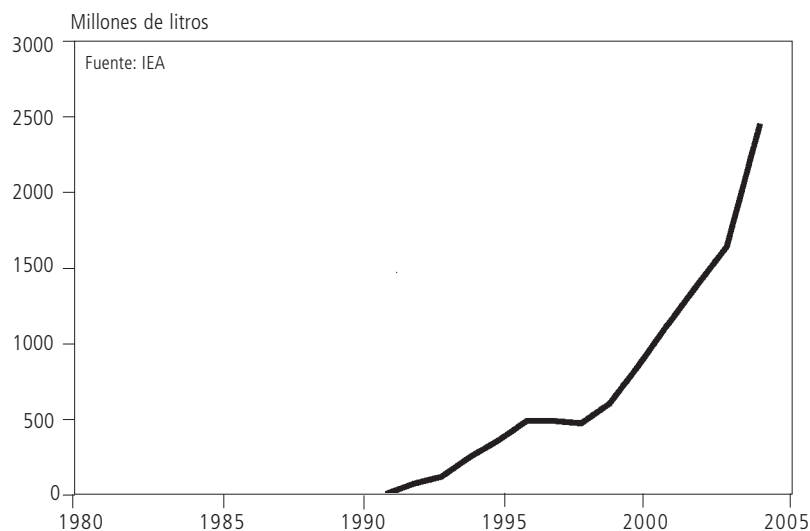


Gráfico 4-2. Producción Mundial de biodiesel, 1980-2004



la India, de Perú, de Filipinas y de Tailandia, esperando poder imitar sus logros conseguidos o reducir las importaciones de etanol. El interés por los biocarburantes está creciendo con rapidez, generando una sucesión aparentemente constante de nuevas iniciativas.⁵

Agricultores, empresas de energía y consumidores están descubriendo en todo el mundo que los biocarburantes no son una fantasía ni algo tan distante como pensaban. Muchos expertos en temas de energía consideran que en las próximas décadas pueden sustituir importantes cantidades del petróleo que ahora se consume. Y la próxima generación de biocarburantes es más prometedora aún. Se puede producir «etanol celulósico» y «carburantes diesel de diseño» a partir de materiales muy diversos, que incluyen tallos del maíz, paja del trigo, papel, basuras y residuos urbanos —con unos costes económicos y ambientales posiblemente mucho menores que la generación actual de biocarburantes.⁶

El amplio abanico de posibles beneficios del uso a gran escala de los biocarburantes está propiciando alianzas insólitas, de apoyo mutuo político entre grupos habitualmente enfrentados: agricultores en busca de nuevos mercados; ejecutivos de empresas petroleras que quieren seguir en el negocio de la energía a largo plazo, ambientalistas que se oponen

al impacto contaminante de los combustibles fósiles y pacifistas y halcones militares que temen que la dependencia de unas fuentes de petróleo poco fiables esté minando la seguridad nacional.

Es prácticamente seguro un crecimiento espectacular de los biocarburantes en los próximos años. Aunque los beneficios económicos y ambientales podrían ser importantes, hay todavía algunas cuestiones cruciales pendientes: ¿Puede aumentar la producción de biocarburantes con suficiente rapidez como para sustituir de forma significativa el uso mundial de petróleo? ¿Desplazarán los cultivos para carburantes a los cultivos alimentarios y ocuparán hábitats importantes para la vida silvestre? ¿Agotarán los suelos? ¿Cómo afectará al clima mundial la transición a los biocarburantes? ¿Cómo podrán los agricultores seguir cosechando los beneficios de los biocarburantes, a medida que las empresas multinacionales acrecienten sus inversiones en todos los eslabones de la cadena productiva? ¿Y qué conjunto de políticas es más adecuado para encarrilar el tren de los biocarburantes en una dirección económica y ambientalmente sostenible?

De la destilería a la biorrefinería

El etanol se obtiene haciendo fermentar el azúcar de las plantas —la misma técnica utilizada durante siglos en bodegas y alquitaras para la producción de vino y de aguardiente. En el caso del maíz y de otras materias primas con alto contenido en almidón, éste ha de transformarse en azúcares antes de la fermentación. El etanol puede mezclarse con gasolina a concentraciones bajas sin necesidad de modificar los motores, prolongando así la disponibilidad de suministro de este derivado del petróleo y aumentando el contenido en oxígeno del carburante; a concentraciones más altas (superiores al 10-20%) puede quemarse directamente en vehículos preparados para ello.

Mezclar etanol con la gasolina era práctica habitual a principios del siglo XX en todo Europa y Brasil, donde los biocarburantes representaban cerca del 5% del consumo total de combustibles. También en Australia, Hawai, Cuba y Sudáfrica se fermentaba caña de azúcar para la obtención de etanol. Durante la Primera Guerra Mundial, la utilización de etanol en el transporte civil, que liberaba para fines militares una parte mayor del escaso suministro de petróleo del país, hubiese permitido a los alemanes seguir combatiendo. En la Segunda Guerra Mundial los submarinos alemanes pusieron en peligro el abastecimiento de petróleo de Estados Unidos y de Brasil, lo que impulsó a estos dos países

a incrementar la producción de etanol. En Estados Unidos la producción alcanzó un máximo de 2.300 millones de litros en 1944, hundiéndose posteriormente al inundarse los mercados con petróleo barato al terminar la guerra.⁷

Las primeras iniciativas del gobierno de Brasil para fomentar el desarrollo de la producción de etanol se remontan a 1931. Pero el etanol representó una parte pequeña del mercado de carburantes brasileño hasta que el gobierno decidió, en los años setenta, que reducir la dependencia del país de las importaciones de petróleo constituía una prioridad nacional. La subida de los precios del petróleo, que coincidió con una depreciación del azúcar, movió al gobierno en 1975 a poner en marcha el programa «proalcohol» para promover la construcción de destilerías para la fermentación de azúcar y su transformación en etanol.⁸

La industria del etanol prosperó con rapidez, incentivada por una combinación de exenciones de impuestos y de requisitos de mezcla de carburantes que atrajo inversiones hacia la producción y el uso de etanol. El gobierno fomentó además la fabricación y venta de coches con motor de etanol y estableció subvenciones para incrementar la producción de azúcar y la construcción de destilerías. Se desarrolló infraestructura para distribuir el etanol a miles de estaciones de suministro en todo el país. Como resultado, los vehículos de etanol representaban a mediados de los años ochenta el 96% de las ventas totales de coches en el país.⁹

Pero este crecimiento se frenó drásticamente a finales de los ochenta y en los noventa, a medida que bajaban los precios del petróleo y subían los del azúcar, haciendo que el etanol dejase de ser competitivo —con la frustración consiguiente para los propietarios de coches de etanol, cuya conducción se convirtió en un lujo que pocos podían permitirse. En 1997, las ventas de vehículos de etanol se desplomaron hasta un 0,03% de las totales. Para hacer frente a este problema, el gobierno empezó a exigir en 2003 la producción de vehículos con motores versátiles, que pudiesen funcionar prácticamente con cualquier mezcla de gasolina y etanol. Casi de la noche a la mañana transformaron así radicalmente el mercado del etanol, dado que los conductores brasileños ya no tuvieron que preocuparse por las fluctuaciones de precio y de abastecimiento. Ahora pueden modificar sus decisiones sobre consumo con más rapidez incluso de lo que tardan en adaptarse los productores.¹⁰

Las últimas plantas de etanol de Brasil también son versátiles, con capacidad para producir tanto azúcar como etanol —en proporciones variables según los precios del mercado para cada producto. Además,

la mayor parte de las instalaciones generan calor y suficiente electricidad para el propio funcionamiento y para vender parte a la red.

Estas mejoras tecnológicas han supuesto una importante reducción de costes. En los primeros años, el gobierno ejercía un fuerte control sobre los precios del etanol brasileños. En la actualidad, las subvenciones ya no son necesarias y el mercado fija los precios. Hoy en día, el 100% del etanol vendido se paga casi un 40% menos que la mezcla de gasolina y etanol (ya no se vende gasolina pura), incluso teniendo en cuenta el menor contenido energético del etanol. De hecho, a raíz de la escalada de precios del petróleo en octubre 2005, los habitantes de São Paulo podían optar por pagar 1,25 reales (0,55 dólares) por litro de etanol puro o 2,50 reales (1,10 dólares) por cada litro de mezcla de 25% etanol y 75% gasolina.¹¹

No es sorprendente, pues, que la demanda de etanol en Brasil se haya disparado, empujando a los agricultores a incrementar rápidamente la producción y el procesado de caña. También se han disparado las ventas de vehículos versátiles en el uso de carburantes, que han representado en 2005 más de la mitad de los coches nuevos adquiridos. Los beneficios para el país han sido asimismo considerables. Desde los años setenta, Brasil se ha ahorrado casi 50.000 millones de dólares en importaciones de petróleo —aproximadamente diez veces la inversión nacional en subvenciones— y ha creado más de un millón de puestos de trabajo en el medio rural.¹²

Estados Unidos es el segundo productor de etanol, con un 33% de la producción mundial (véase la tabla 4-1). Los productores dependen casi por completo del almidón de maíz, el cultivo más importante del país, sembrado principalmente en la parte norte del Medio Oeste. Aunque el etanol abastece solamente alrededor de un 2% del mercado estadounidense de carburantes no-diesel, la producción ha aumentado de forma constante en los últimos años, espoleada por la bajada de los costes de producción, incentivos federales y de los estados y una demanda creciente. En la actualidad hay ya 4 millones de vehículos versátiles circulando por las carreteras estadounidenses. Como en Brasil, los carburantes de alcohol han sido mucho menos caros que la gasolina en Estados Unidos durante gran parte de 2005, provocando un auge en la construcción de nuevas plantas de etanol. Cuando el petróleo supera los 55 dólares por barril, el etanol puede competir en precio con la gasolina sin necesidad de subvenciones (véase el gráfico 4-3).¹³

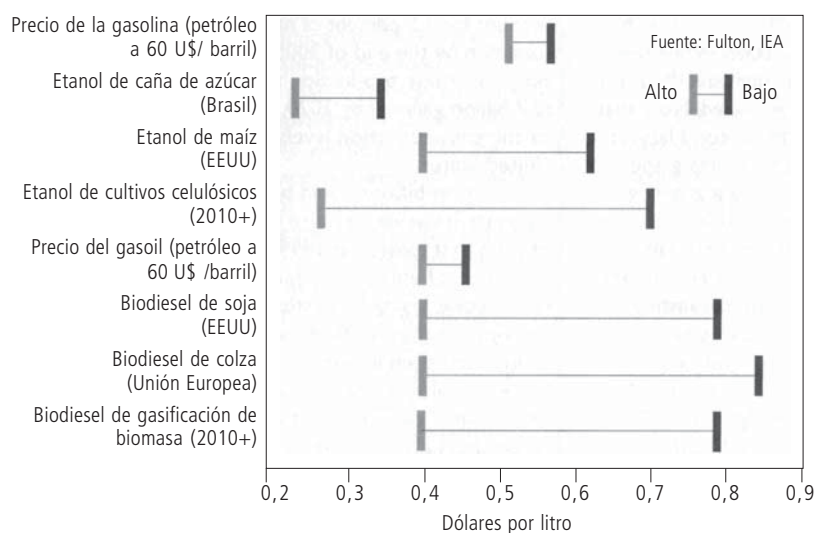
El otro biocarburante utilizado en la actualidad, el biodiesel, se obtiene de aceites vegetales, que se mezclan en una proporción 80/20 con alcohol y un catalizador. Este proceso separa la glicerina, más densa,

Tabla 4-1. Principales productores de biodiesel del mundo, 2004

País	Cantidad (millones de litros)	Distribución de la producción mundial		Materia prima
		(porcentaje)		
Etanol				
Brasil	15.110	37		Caña de azúcar
Estados Unidos	13.390	33		Maíz
China	3.650	9		Maíz, mandioca y otros granos
India	1.750	4		Caña azúcar, mandioca
Francia	830	2		Remolacha, trigo
Biodiesel				
Alemania	1.310	50		Aceite de colza, semillas de girasol
Francia	440	17		Aceite de colza
Italia	400	15		Semillas de girasol, aceite de colza
Estados Unidos	95	4		Soja
Dinamarca	88	3		Aceite de colza

Fuente: véase nota n° 13 al final.

Gráfico 4-3. Rango de oscilaciones del precio al por mayor de la gasolina y el diesel y de los costes de producción de biocarburantes



dejando un líquido de menor densidad conocido como biodiesel. Este producto puede mezclarse con el gasóleo de origen fósil en cualquier proporción o utilizarse como carburante puro en los vehículos con motor diesel en circulación. Los aceites vegetales sin procesar son demasiado densos para los motores actuales, especialmente en climas fríos, pero se puede acoplar al vehículo un depósito en el que se calienta el aceite, consiguiendo así una consistencia lo suficientemente fluida para su utilización como combustible.

Europa produce en la actualidad un 95% del biodiesel del mundo, obtenido principalmente de semillas de colza y de girasol. Más de la mitad se produce en Alemania, y casi todo el resto en Francia e Italia. La utilización de soja como materia prima para la obtención de biodiesel es cada vez más habitual en Brasil y en Estados Unidos, donde la producción está creciendo rápidamente. De hecho, la producción estadounidense de biodiesel se disparó de 1,9 millones de litros en 1999 a 95 millones de litros en 2004.¹⁴

También está aumentando la obtención de biodiesel a pequeña escala. Los productores son desde explotaciones agrícolas y cooperativas de vecinos que obtienen su propio combustible a partir de grasas desechadas por los restaurantes, hasta comunidades en lugares remotos de Swazilandia, Zambia y Tailandia donde la gente utiliza aceites de plantas locales. La promoción del biodiesel ha adquirido tintes de fervor casi religioso en algunos grupos. Sus partidarios señalan que constituye una alternativa respetuosa con el medio ambiente frente al gasóleo que amenaza la salud; no es tóxico y en estado puro es biodegradable, y puede sustituir o mezclarse con gasóleo de origen fósil con sólo pequeñas modificaciones del motor de los vehículos más antiguos.¹⁵

Al igual que los carburantes convencionales, el etanol y el biodiesel pueden utilizarse en transporte no sólo terrestre. En Brasil más de 300 aviones de pequeño tamaño vuelan actualmente con etanol. Embraer, uno de los mayores fabricantes de aviones del mundo y el primer fabricante de aviones propulsados por etanol, tiene una lista de espera de dos años para reconvertir motores de gasolina a etanol. También se está utilizando cada vez más biodiesel en el transporte marítimo.¹⁶

Se prevé que la producción de biocarburantes se incrementará rápidamente a corto plazo, a medida que en todo el mundo empiezan a funcionar plantas para su producción. En Jilin, China, se ha construido la mayor planta de etanol del mundo, con una capacidad de producción ocho veces mayor que la media de las destilerías estadounidenses. El gobierno chino está promoviendo el uso de mezclas de etanol y de gasolina en un número creciente de ciudades y provincias (véase el

cuadro 4-1). A su vez, la India está construyendo plantas piloto de biodiesel, preparándose para una mayor expansión del sector diesel (véase el cuadro 4-2).¹⁷

En Estados Unidos, los productores de etanol esperan duplicar su producción de etanol de almidón de maíz para 2012, fecha en que podrían cubrir entre un 4 y un 5% de las necesidades previstas de combustible para transporte. A finales de 2005 se estaban construyendo 41 nuevas plantas en Brasil y los productores de este país aspiran a doblar casi la producción de etanol durante la próxima década. De hecho, los

Cuadro 4-1. La ambición China de cultivar energía

El gobierno chino, preocupado por la posible escasez de energía durante la crisis del petróleo de los años setenta, animó a los campesinos a cultivar oleaginosas para la producción de combustible. Al no faltar la energía, la mayor parte de las plantaciones fueron abandonadas o remplazadas por otro tipo de cultivos. Ahora que China se ha convertido en el segundo consumidor mundial de petróleo, el coste de las importaciones y las subvenciones al crudo están empezando a resultar una carga cada vez mayor para la economía del país. En respuesta, el gobierno reinició en julio de 2005 las iniciativas a pequeña escala para producir biocarburantes, con proyectos comunitarios de demostración en los que se siembra, se cosecha y se preprocesan las semillas oleaginosas. Este programa de biocarburantes es la consecuencia de la energética Ley de Energías renovables, adoptada en febrero de 2005. El gobierno se ha comprometido para 2020 a que el 10% de la energía del país proceda de fuentes renovables.

China es ya el tercer productor mundial de etanol, con más de 200 instalaciones en 11 provincias. Se prevé que el etanol de maíz represente el 2,5% del consumo nacional de gasolina a finales de 2005. Las autoridades chinas pretenden incrementar la producción a 14.000 millones de litros para 2020, aproximadamente el equivalente a la producción actual de Brasil o de Estados Unidos. Sin embargo, este ambicioso objetivo podría ser recortado en los próximos años, dado que casi han desaparecido las grandes reservas de grano almacenadas en 1999 —cuando se inició la expansión de la producción de etanol. No tiene mucho sentido utilizar la producción nacional de cereales para mover un parque automovilístico en crecimiento si ello supone que China tiene que importar grano para alimentar a sus 1.300 millones de habitantes —la mayoría de los cuales nunca llegarán a ser propietarios de un coche probablemente. Para evitar semejantes intercambios, los investigadores están trabajando en desarrollar una nueva generación de biocarburantes obtenidos a partir de materia prima más diversa y con un gran potencial de producción.

Fuente: véase nota nº 17 al final.

Cuadro 4-2. ¿Traerán el etanol y el biodiesel la prosperidad a más regiones de la India?

En la aldea de Chapaldi, en Andhra Pradesh, la India, las mujeres obtienen combustible de las semillas de pongamia, que utilizan para generar energía para alimentar la micro-red eléctrica local y las bombas de riego. Cada familia paga a la asociación de mujeres 7 kilos de semillas semanales para electricidad, y los campesinos aportan una contribución adicional para hacer funcionar los motores de bombeo. En 2003, las semillas de las mujeres cobraron mayor relevancia, al vender la asociación a Alemania 900 toneladas equivalentes de emisiones de dióxido de carbono por 4.164 dólares, cantidad que equivale a los ingresos anuales de toda la aldea.

Animadas por este éxito, las autoridades de la India han decidido recientemente ampliar los programas de refinado de biodiesel a 100 aldeas más. A escala mayor, la India se está tomando muy en serio la expansión de su industria de etano —la cuarta mayor del mundo actualmente, con una capacidad productiva anual de 1.750 millones de litros. El gobierno ha promulgado varios tipos de incentivos financieros, que incluyen reducciones del impuesto sobre valor añadido y de los impuestos al consumo de etanol y de combustibles mezclados con etanol.

Además de aumentar los ingresos de comunidades rurales deprimidas, las autoridades confían que estos programas contribuyan a reducir la dependencia nacional en petróleo del extranjero. Más del 70% del petróleo de la India es importado y esta proporción aumenta cada año. La India espera obtener considerables beneficios de esta inversión: un ahorro de 2.000 millones de dólares y la creación de 17 millones de puestos de trabajo en los próximos cinco a siete años. Dado que el coste de procesar los biocarburantes en la India es aproximadamente la tercera parte del coste en Europa y en Estados Unidos, hay cierta esperanza de que la India se convierta en una fuente importante de materia prima y de biocarburantes para otras regiones. Sin embargo, esto parece poco probable.

Fuente: ver nota nº 17 al final.

expertos calculan que para 2020 Brasil y otras regiones productoras de caña de azúcar —incluyendo parte de África y de Asia— puedan producir etanol suficiente para abastecer de combustible al 10% del transporte mundial.¹⁸

Otros países en desarrollo tienen también previsto impulsar la producción de biocarburantes. Malasia e Indonesia, por ejemplo, cuya demanda de combustible está creciendo a un ritmo mucho mayor que su capacidad de producción de petróleo, son los mayores productores de aceite de palma. Ambos países están multiplicando su producción de

biodiesel con vistas a abastecer sus necesidades de carburante, así como un mercado europeo en crecimiento. En octubre de 2005, el gobierno de Malasia propuso exigir que todo el combustible diesel llevara un 5% de biodiesel derivado de aceite de palma para 2007.¹⁹

Sin embargo, el sistema actual que convierte aceites e hidratos de carbono comestibles en biocombustibles tiene sus propios límites. Con las tecnologías actuales, el carburante obtenido a partir de toda la cosecha de maíz estadounidense cubriría sólo el 15% de las necesidades de vehículos ligeros del país, y otras regiones tienen una disponibilidad de tierras agrícolas y flexibilidad de cultivos mucho menor que Estados Unidos.²⁰

La esperanza de un aumento espectacular de la producción de biocarburantes reside por tanto en la transformación en combustible de biomasa no comestible. Al tiempo que crece la industria de biodiesel y de etanol, se están desarrollando nuevas tecnologías que permitirán una producción mucho mayor y más eficiente de biocarburantes, prescindiendo del uso de cultivos alimentarios para pasar a utilizar prácticamente cualquier tipo de materia orgánica —desde lodos de las plantas de tratamiento de residuos hasta desechos forestales. Una opción muy prometedora es la transformación de materia celulósica, como los tallos y las hojas de los cultivos que no se aprovechan tras la cosecha, utilizando nuevas enzimas bacterianas que descomponen la fibra vegetal en azúcares básicos susceptibles de fermentación para la obtención de etanol. Una instalación piloto propiedad de Iogen Corporation en Ottawa, Canadá, utiliza esta tecnología para transformar la paja de trigo, de avena y de cebada en etanol; la empresa empezó a comercializar su producción en 2004. La reciente noticia de una reducción de 30 veces de los costes de producción de enzimas utilizadas en la obtención de combustibles a partir de la celulosa es un paso alentador hacia una fuente de etanol mucho mayor y potencialmente más barata.²¹

En Europa, la investigación se ha centrado en la gasificación, consistente en calentar la materia prima orgánica en un ambiente bajo en oxígeno para transformar la biomasa en gases, obteniendo combustibles líquidos a partir de los gases resultantes. Por ejemplo, una instalación gasificadora de Choren, en Friburgo, Alemania, transforma madera en biodiesel. En otros casos, empresas como Shell han logrado combinar biomasa con agua a diferentes presiones y temperaturas para producir una especie de biocrudo —un proceso que puede aprovechar todo tipo de materiales, desde basuras sin tratar hasta neumáticos y plásticos. Una empresa estadounidense, Changing World Technologies, está utilizando un proceso similar para transformar en aceite los despojos de los pavos.²²

Este tipo de procedimientos podría constituir la base de una nueva generación de «biorefinerías» agrícolas, que producirían diversos combustibles a partir de plantas, plásticos y otros productos, de forma parecida a las refinerías de petróleo actuales. El desarrollo para el aprovechamiento de los subproductos también desempeñará un papel importante en la mejora del balance económico de la producción de biocarburantes, haciendo un uso mejor de los residuos procedentes de la obtención del etanol y del biodiesel.

Oportunidades y riesgos ambientales

Gracias en gran medida al ambicioso programa del etanol en Brasil, las concentraciones ambientales de plomo en São Paulo han bajado desde 1978 espectacularmente, y en todo el país la gente puede respirar un aire más limpio. Pero mientras los habitantes de las ciudades se han beneficiado enormemente de la disminución de emisiones tóxicas a la atmósfera, la población rural ha padecido los costes ambientales de una gran industria de etanol en expansión. Su expansión ha supuesto la sustitución de pastizales y pequeñas explotaciones con cultivos diversos por extensos monocultivos de caña de azúcar. La quema previa a la cosecha de los campos de caña de azúcar nubla los cielos de las regiones productoras con enormes humaredas negras, mientras el agua contaminada vertida por las destilerías de etanol daña los ríos y ecosistemas ribereños. Brasil ha buscado durante estos años fórmulas para mitigar estos problemas, incluyendo métodos de cosecha que no requieren quemar, tratamiento de aguas residuales y formas novedosas de utilizar los residuos generados en el proceso de fabricación.²³

El impacto de los biocarburantes en los paisajes, la atmósfera y la vida silvestre en el mundo ha sido relativamente pequeño hasta ahora, comparado sobre todo con los costes ambientales y sanitarios de la extracción, procesado y quema de los combustibles fósiles. Pero a medida que los niveles de producción aumentan espectacularmente y que se incrementa el uso de biocarburantes en todos los países, las consecuencias ambientales negativas observadas en Brasil podrían ocurrir a una escala mucho mayor.

La combustión de biocarburantes, bien sea mezclados con los combustibles convencionales o en estado «puro», genera emisiones de varios contaminantes, que incluyen monóxido de carbono, hidrocarburos, dióxido de azufre y partículas mucho menores que la quema de combustibles fósiles. El etanol también puede sustituir como agente

oxigenador en los combustibles a aditivos más contaminantes, como el MTBE* y el tetraetilo de plomo. Por tanto, a nivel regional la utilización de biocombustibles puede reducir considerablemente la contaminación atmosférica y de las aguas, las lluvias ácidas y los problemas de salud asociados a este tipo de contaminación, como asma, enfermedades de corazón y de pulmón y cáncer.²⁴

En mezclas con bajo contenido, los biocarburantes pueden emitir cantidades mayores de óxido de nitrógeno y de hidrocarburos que los combustibles convencionales. Pero hoy en día las mezclas más altas de biocarburantes, los aditivos para carburantes y las avanzadas tecnologías de combustión y de control de emisiones disponibles en una amplia gama de nuevos vehículos pueden mitigar o eliminar estos problemas. Los beneficios en términos de mejora de la calidad del aire de los biocarburantes suelen ser mayores en los países en desarrollo, donde no existen normas de emisión o son menos estrictas y donde son más comunes los modelos de coches más antiguos y contaminantes.²⁵

Su potencial para reducir de forma significativa las emisiones de carbono y la amenaza de cambio climático es una de las mayores ventajas de los biocarburantes. A diferencia de los combustibles fósiles —que contienen carbono almacenado durante miles de años bajo la superficie de la Tierra y que al quemarse liberan enormes cantidades de gases de efecto invernadero— los biocarburantes pueden ser «neutros» en términos de emisiones de carbono a lo largo de su ciclo de vida. Esto es así no sólo porque las plantas acumulan el dióxido de carbono mientras crecen, sino porque algunos cultivos secuestran carbono en los suelos y no requieren que se labore el campo ni la utilización de fertilizantes y otros productos químicos basados en el petróleo. Por otra parte, algunas materias primas energéticas, como la paja de cereal o los tallos del maíz, son subproductos de otros cultivos.²⁶

El impacto de los biocarburantes en el clima depende de su balance energético: cuánta energía contiene el biocarburante y cuánta energía procedente de combustibles fósiles requiere su producción. Esto depende a su vez de la intensidad energética de la producción de la materia prima —incluyendo las prácticas agrícolas y los insumos utilizados, el tipo de procesado y de transporte, así como las emisiones asociadas a los subproductos. Por ejemplo, el etanol obtenido a partir del maíz puede

* *N. de la T.*: El MTBE (metil-ter-butil-eter) es un producto químico que se utiliza para aumentar el octanaje, mejorar la combustión y reducir las emisiones de monóxido de carbono y otras sustancias contaminantes en las gasolinas.

emitir indirectamente tanto carbono fósil a la atmósfera como la gasolina, si se cultiva de forma convencional empleando fertilizantes nitrogenados producidos a partir de gas natural, se cosecha y se transporta con vehículos que utilizan combustibles fósiles y luego se destila con electricidad generada mediante carbón o gas natural. En cambio, si el maíz se fertiliza con estiércol, se cosecha y se transporta utilizando biocarburantes y se destila con energías renovables, las emisiones de ciclo de vida asociadas pueden ser espectacularmente menores que las de la gasolina. Esta opción no existe en el caso de los combustibles derivados del petróleo, donde la producción de cada litro de gasolina requiere siempre más energía de la que contiene (véase la tabla 4-2).²⁷

Incluso cuando se utilizan energías no renovables en la producción de fertilizantes, tractores y en el proceso de transformación, una mayoría de estudios concluyen que el comportamiento energético de los biocarburantes es significativamente mejor y sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mucho menores que en los combustibles convencionales utilizados en transporte. En etanol obtenido a partir de cereales las estimaciones de reducción de GEI oscilan entre un 20 y un 40%, mientras que el etanol celulósico puede conseguir reducciones de entre un 70 y un 90%. El nivel de reducción conseguido depende del tipo de cultivo sembrado y del uso del suelo anterior al cultivo. Por ejemplo, la reducción de emisiones es mucho mayor si se sustituye un cultivo anual por plantas perennes que si se tala un bosque natural para cultivar materia prima para producción energética.²⁸

En la actualidad, la mayor parte de los cultivos para biocarburantes se siembran en monocultivos intensivos —enormes campos de un solo

Table 4-2. Balance energético de gasolina y etanol por materia prima

Materia prima	<i>Output de energía/ Input de energía fósil</i>
Caña de azúcar (Brasil)	8,3
Remolacha (Unión Europea)	1,9
Maíz (Estados Unidos)	1,3–1,8
Trigo (Canadá)	1,2
Gasolina	0,83

Fuente: Véase nota nº 27 al final.

tipo de planta que requieren grandes cantidades de fertilizantes, atraen a las plagas, agotan los suelos y destruyen hábitats importantes para la flora y la fauna. Por ejemplo, el Corn Belt* estadounidense se extiende hoy por lo que antaño fueran bosques de haya y arce y extensas praderas de altas hierbas. En Brasil, las nuevas plantaciones de caña de azúcar están sustituyendo con gran rapidez usos del suelo más diversificados, mientras que en el sudeste asiático el cultivo de palma para aceite está contribuyendo a la destrucción acelerada de las selvas tropicales.²⁹

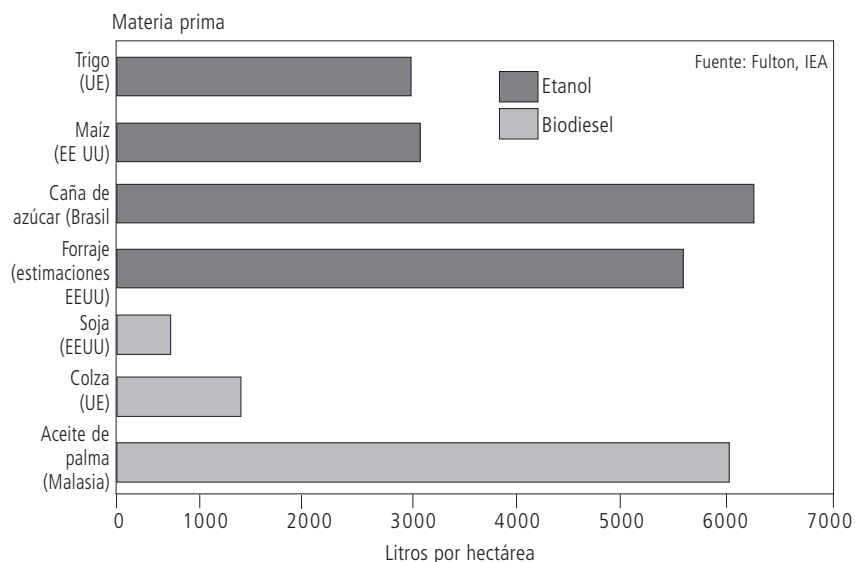
El desarrollo de métodos de gasificación de biomasa y de tecnologías que convierten la biomasa celulósica en etanol permitirá, entre otras cosas, la utilización de especies herbáceas perennes y cultivos leñosos autóctonos que no requieren labores de labranza anuales. A diferencia del maíz y de la soja, necesitan muy pocos insumos, pueden secuestrar mayor cantidad de carbono y proporcionan un hábitat valioso para la vida silvestre. La eficiencia de un sistema herbáceo perenne en términos de producción energética puede superar hasta quince veces la de un cultivo anual como el maíz, que puede secuestrar entre veinte y treinta veces más carbono en los suelos (véase el gráfico 4-4).³⁰

Diversos estudios indican que la abundancia y diversidad de las aves es siempre mayor en las plantaciones de cultivos perennes que en la siembra en surcos o en cultivos de cereal. Ciertas especies de aves pueden beneficiarse, por ejemplo, del hábitat creado en cultivos leñosos de rotación corta, como las plantaciones de chopos, mientras que las herbáceas perennes favorecerían a especies de pradera. Y si los cultivos energéticos se cosechan por hileras en años alternos, el ecosistema creado es más variado y puede ampliar el hábitat de las aves migratorias y de otras especies silvestres.³¹

Además, si los cultivos energéticos se siembran en lugares estratégicos pueden absorber los nutrientes perdidos por escorrentía en parcelas cultivadas ladera arriba con grandes dosis de fertilizantes, capturando asimismo los sedimentos y evitando el arrastre de suelos hacia los cursos de agua. Un estudio de EE UU demostraba que una franja amortiguadora de 14 metros sembrada con especies herbáceas autóctonas y vegetación leñosa en la parte baja de una parcela de cultivo retenía más del 90% de la tierra y todo el nitrógeno y el fósforo de las aguas de escorrentía.³²

*N. de la T.: el Corn Belt o Cinturón de Maíz es la zona productora de maíz por excelencia de EE UU, que ocupa grandes extensiones de las tierras agrícolas profundas y fértiles del Medio Oeste del país.

Gráfico 4-4. Rendimientos de diferentes materias primas por la obtención de biocarburantes



En lugar de competir con cultivos de más valor en las mejores tierras (véase el cuadro 4-3), es probable que la materia prima agrícola para biomasa proceda de dos fuentes menos caras: terrenos marginales que no pueden o no deben producir rendimientos altos de cereales o de oleaginosas; y los tallos, hojas y otros residuos de los cultivos que actualmente no se aprovechan. Sin embargo, a medida que se destinen más «residuos» a la producción de biocarburantes, será importante determinar qué cantidad de residuo puede ser cosechado sin amenazar la cobertura y la materia orgánica que esta biomasa aporta a los suelos.³³

En el mejor de los casos, los cultivos energéticos pueden proporcionar combustible y a la vez reducir la erosión, frenar o invertir el proceso de desertización, mejorar la calidad del aire y de las aguas, proporcionar hábitat para la vida silvestre y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En el peor, la producción y utilización de biocarburantes puede incrementar el precio de los alimentos, acrecentar la erosión y la desertificación, contaminar más el aire y las aguas y destruir los ecosistemas. Para ayudar a que el balance resulte positivo, algunos investigadores europeos están estableciendo las bases de programas de certificación que incentivarían unas prácticas sostenibles de producción

Cuadro 4-3. Alimento o combustible

En la actualidad, más de 800 millones de personas pasan hambre diariamente y atender la demanda de alimentos del mundo es cada vez más difícil debido al crecimiento de la población. La situación se agrava en los países en desarrollo, donde un creciente número de personas está cambiando sus preferencias de alimentación hacia una dieta occidental más rica en carne y que requiere más cereales y más agua por caloría que la tradicional. ¿Podría privar de tierras para la producción de alimentos el cambio de combustibles fósiles a biocarburantes, agravando los problemas de hambre en el mundo?

Según algunos expertos la respuesta es que no, al menos en un futuro próximo. Subrayan, en primer lugar, que una gran proporción —cerca del 40%— de la cosecha mundial de cereales se destina a la ganadería, no a la alimentación humana, y los precios mundiales de granos y de oleaginosas no siempre repercuten en el coste de los alimentos de quienes pasan hambre, que generalmente no pueden acceder a los mercados regulares.

En segundo lugar, el hambre se debe principalmente, hasta hoy al menos, a la falta de ingresos y a una distribución inadecuada, más que a una escasez absoluta de alimentos. En este sentido, es posible que una economía basada en los biocombustibles contribuya en realidad a reducir el hambre y la pobreza. Un informe reciente de la Organización para la Agricultura y la Alimentación afirmaba que el uso creciente de biocombustibles podría diversificar las actividades agrícolas y forestales, atraer inversiones hacia empresas pequeñas y de tamaño medio e incrementar las inversiones en la agricultura, aumentando así los ingresos de la población más pobre del mundo.

Por último, en el futuro las refinerías de biocarburantes dependerán menos de cultivos alimentarios y cada vez más de residuos orgánicos. Es poco probable que afecte directamente a la producción de alimentos la producción de biocarburantes a partir de tallos de maíz, de cáscara de arroz, de serrín o de papel desechado.

Sin embargo, si el sistema bioenergético no se armoniza con la producción de alimentos la creciente demanda humana de alimentos y de carburantes puede suponer que la prioridad de producir alimentos limite el potencial a largo plazo de los biocarburantes. Las evaluaciones más optimistas de este potencial han asumido que los rendimientos agrícolas seguirán mejorando y que se estabilizarán el crecimiento de la población y el consumo de alimentos. Pero estas previsiones pueden equivocarse en lo que se refiere a crecimiento de la población. Y es posible que los rendimientos no mejoren suficientemente —en el futuro la agricultura puede verse amenazada por la disminución de las aguas subterráneas o por la erosión de los suelos.

Fuente: véase nota nº 33 al final.

de biocarburantes. Se están desarrollando criterios para evaluar los indicadores de sostenibilidad, como fertilidad de los suelos, gestión de los residuos, equidad en la propiedad de la tierra y desarrollo económico local.³⁴

Impulsando el desarrollo

Hace aproximadamente un siglo el condado de Crawford, Illinois, producía más petróleo que ningún otro del mundo. Hoy sus habitantes confían que una nueva refinería de etanol les traiga una prosperidad más sostenible. El negocio del etanol no sólo ha creado 31 puestos de trabajo, sino que ha supuesto una subida del precio del maíz para los cultivadores locales e incrementado el negocio del ferrocarril local. Años después del cierre de la última granja, un profesor jubilado ha decidido poner en marcha una nueva explotación lechera, en la que está previsto alimentar al ganado con el subproducto de la planta de etanol: maíz seco tras la destilación.³⁵

La producción de biocarburantes puede proporcionar beneficios económicos a comunidades rurales que luchan por salir adelante en todo el mundo. Una demanda general y a gran escala de biocarburantes podría significar nuevos mercados para los productos agrícolas y forestales, así como la creación de empleo e instalación de industrias en zonas rurales. En los países en desarrollo, donde más de las dos terceras partes de la población trabaja en el sector agrario, la adopción de biocarburantes podría suponer cambios incluso más profundos.³⁶

Es frecuente que los precios mundiales de los productos agrícolas caigan por debajo de los costes de producción debido a subvenciones y a políticas de los gobiernos que favorecen a los consumidores urbanos y generan excedentes. Unos precios agrícolas bajos perjudican más que a nadie a los pequeños productores de cereales y oleaginosas de los países en desarrollo, que a menudo no tienen alternativa de cultivo ni posibilidad de encontrar otro trabajo. La reorientación de la producción energética hacia materias primas agrícolas podría reducir los excedentes, ayudando a mantener unos precios justos para el agricultor. En Alemania, por ejemplo, el mercado de biodiesel ha incrementado la demanda de colza en más de un 45%. En Malasia, que en 2004 producía la mitad del aceite de palma del mundo, se están construyendo tres plantas de biodiesel. El gobierno espera que sirvan para estabilizar los precios de este producto, reduciendo los gastos en importaciones de gasóleo para combustible y potenciando el desarrollo regional.³⁷

Dado que las plantas de biocarburantes suelen comprar cultivos en un radio de 150 km, pueden contribuir de forma significativa al desarrollo económico de una región. Según estimaciones de 2002, la construcción de una nueva planta de etanol de 150 millones de litros en Estados Unidos podría significar una inyección de unos 142 millones de dólares para la economía local. A su vez, la planta crearía unos 40 puestos de trabajo directos y más de 650 empleos fijos adicionales en otros sectores de la economía, incrementando en 56 millones de dólares el gasto anual directo en la comunidad. Un agricultor que invirtiera en la planta podría percibir unos ingresos en concepto de intereses del capital invertido de alrededor del 13,3% durante diez años. Dado el reciente crecimiento de este mercado, los dividendos percibidos actualmente por los inversores serían más altos incluso.³⁸

Cuando los propios agricultores son los propietarios de estas plantas, los beneficios son aún mayores. Según David Morris, del Instituto para la Autosuficiencia Local, «la venta de miles de millones de litros de etanol puede suponer para los agricultores una subida de precios de 8-12 céntimos por cada 10 celemines.* Pero cuando los agricultores son propietarios de la planta de etanol, pueden percibir 25-50 céntimos o más por cada 10 celemines de grano, en dividendos y apreciación de las acciones». David Nelson, presidente de la Cooperativa de Procesadores de Grano del Medio Oeste afirma que «el etanol no es una solución milagrosa, pero ha sido enormemente positivo para las comunidades rurales, ayudando a fijar población en el campo.³⁹

Pese a los muchos beneficios que los biocarburantes pueden reportar a las economías locales, las grandes empresas agrarias siguen amenazando con acaparar la mayor parte de las ganancias. En los primeros años del programa de etanol de Brasil, las subvenciones del gobierno fueron un aliciente para los grandes terratenientes, que ampliaron sus plantaciones de caña de azúcar a costa de las tierras de los pequeños agricultores provocando a veces violentos enfrentamientos. En otras regiones, la gran capacidad de compra de las grandes compañías les permite establecer los precios, reduciendo los márgenes de los agricultores. La empresa Archer Daniels Midland produce actualmente una cuarta parte del etanol en Estados Unidos y es el segundo mayor productor de biodiesel de Europa.⁴⁰

*N. de la T.: en la versión inglesa la medida utilizada es «bushel», medida de áridos equivalente a 35,23 litros. Un celemin es una medida antigua de grano que equivale a 4,625 litros, por lo cual la proporción «bushel» = 10 celemines no es exacta pero sí indicativa.

Preocupa también que los programas a gran escala para promover la utilización de biocarburantes en el transporte no beneficien a las familias rurales más pobres de los países en desarrollo, que necesitan energía para servicios básicos. Sin embargo, los biocombustibles pueden ayudar directamente a millones de personas, suministrando un combustible relativamente barato para cocinar, para la iluminación y para otras necesidades. Es más, son muy adecuados para cubrir las necesidades energéticas a la pequeña escala requerida generalmente para reducir la pobreza y promover el desarrollo económico de zonas rurales, favoreciendo un aprovechamiento de recursos locales para actividades productivas que generan ingresos. A diferencia de otras fuentes renovables intermitentes, como la solar, la eólica y la hidroeléctrica, los biocarburantes son fáciles de almacenar y pueden utilizarse en cualquier momento sin necesidad de costosas baterías.⁴¹

En Mali, por ejemplo, donde sólo tiene electricidad el 12% de los 12 millones de habitantes (y tan sólo el 1% de la población rural), los biocarburantes podrían reportar cambios impresionantes. Con dispositivos sencillos para machacar las semillas, las mujeres de Mali han empezado a producir aceite del piñón del diablo (*Jatropha curcas*), que se utiliza como combustible para generadores y vehículos.⁴²

El piñón del diablo o piñoncillo es un matorral oleaginoso que produce dos cosechas al año y tiene una larga vida productiva, de muchas décadas. Puesto que puede prosperar en suelos marginales en las zonas áridas, no compite actualmente por las tierras agrícolas; al contrario, mejora los suelos, dado que es una planta que fija el nitrógeno. En Mali, su aceite se utiliza también para hacer jabón y puede quemarse para iluminación o utilizarse para cocinar. La maquinaria para procesamiento de la semilla es barata y su funcionamiento y mantenimiento es sencillo y no requiere grandes conocimientos. El aceite producido es de mejor calidad que el combustible diesel que se vende habitualmente en las zonas rurales del mundo en desarrollo. Dado que se calcula que el combustible supone el 50% de los costes de funcionamiento de un motor diesel en las zonas rurales, el aceite de piñoncillo ayuda a que los ingresos permanezcan en la comunidad y proporciona electricidad a zonas que de lo contrario carecerían de ella.⁴³

De continuar al alza los precios del petróleo, este tipo de ahorro será cada vez más importante, sobre todo para los países en desarrollo, que importan todo o casi todo el crudo. Las importaciones de petróleo absorben gran parte de sus reservas de divisas y agudizan los desequilibrios de la balanza de pagos, mientras que las subvenciones destinadas a hacer el petróleo más asequible desgastan más aún unas economías de por

sí muy débiles en los países pobres y detraen recursos de otras necesidades, como educación y atención sanitaria. Tailandia, por ejemplo, importa el 90% del petróleo. El elevado coste de estas importaciones —que en 2004 ascendió a 25.000 millones de dólares, el equivalente al 15% del Producto Interior Bruto del país— impulsaron al gobierno a iniciar programas para fomentar la producción interna de biocarburantes de aceite de palma. En Indonesia las subvenciones destinadas al petróleo se elevaron en 2005 a 14.000 millones de dólares, suponiendo un tercio del gasto del gobierno. Muchos países africanos se encuentran en una situación parecida.⁴⁴

El comercio mundial de biocarburantes es relativamente pequeño en la actualidad, debido a los elevados aranceles con los que algunos países intentan proteger la industria nacional. Solamente se vende en los mercados internacionales alrededor del 10% de la producción mundial de biocarburantes, la mitad aproximadamente procedente de Brasil. Los combustibles fósiles, por el contrario, circulan por todo el mundo prácticamente sin aranceles y en cantidades impresionantes —aproximadamente 2,79 billones de litros anuales.⁴⁵

En comparación, el volúmen de biocarburantes vendido en los mercados mundiales es insignificante —aproximadamente 5.000 millones de litros anuales. Pero este comercio cobrará importancia desde el momento en que los países desarrollen su propia industria e infraestructura hasta saturar los mercados nacionales. Las presiones para que se reduzcan las innumerables barreras a un libre comercio de biocarburantes van en aumento a medida que sus promotores reclaman unas condiciones comerciales en igualdad con el petróleo. Brasil se está preparando ya para exportaciones a gran escala. En junio de 2005 el ministro de agricultura Roberto Rodrigues le dijo al primer ministro de Japón, Junichiro Koizumi: «No queremos vender litros de etanol, queremos vender ríos».⁴⁶

Para ello, Brasil ha convertido la cooperación y transferencia tecnológica de Sur a Sur en prioridad nacional, transformando su industria de etanol en un escaparate abierto al mundo. El objetivo de Brasil es doble: incrementar la demanda internacional de biocarburantes de Brasil y garantizar la fiabilidad del suministro en los mercados globales. Si una sequía provocase una bajada de producción en Brasil, por ejemplo, otros países como Sudáfrica y la India podría abastecer el mercado.⁴⁷

Para muchos países en desarrollo los biocarburantes constituyen una importante oportunidad de dar un salto hacia adelante, permitiéndoles evitar muchos de los costes económicos, ambientales y sociales de los combustibles derivados del petróleo a los que se enfrentan los países

industrializados. Si bien la mayor parte de los países tropicales no tienen grandes reservas de petróleo, cuentan con ventajas para la producción de biocarburantes debido a la prolongada temporada de cultivo, lluvias abundantes, elevada productividad característica de la caña de azúcar y oleaginosas tropicales, así como unos costes de la mano de obra y de la tierra relativamente bajos.

También puede ser importante la colaboración Sur-Norte en cuanto a la transferencia tecnológica, comercio y compensaciones por la reducción de dióxido de carbono. Por ejemplo, la importación de biocarburantes relativamente baratos de países tropicales en desarrollo permitiría a las empresas y países del Norte reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a un coste muy bajo. Y los biocarburantes podrían ayudar a conseguir verdaderos progresos en las negociaciones sobre comercio agrícola, atascadas desde hace tiempo por las subvenciones proteccionistas de los países industrializados. Los gobiernos pueden negociar inteligentemente estas enormes partidas financieras, transformando sus tradicionales apoyos a los precios, que han llevado a una sobreproducción y que distorsionan los mercados internacionales, en subvenciones para incentivar la producción de combustibles renovables.

El futuro de los biocarburantes

No cabe duda de que los biocarburantes desempeñarán un papel cada vez más importante en el panorama energético. La cuestión es: ¿hasta qué punto? Y ¿qué cantidad se puede producir de forma sostenible? Es difícil hacer unas previsiones concretas, pero los expertos en energía están de acuerdo en que en las próximas décadas los biocarburantes tienen un gran potencial para satisfacer gran parte de la creciente demanda mundial de combustibles para transporte. El ritmo de crecimiento de la producción y del volumen cosechado dependerá finalmente de muchos factores complejos e interrelacionados. Los más importantes son el precio del petróleo, las decisiones sobre políticas e inversiones, las mejoras de la productividad agraria y los adelantos en tecnologías de transformación.⁴⁸

A lo largo de los siglos, la humanidad ha cultivado de forma selectiva plantas por su valor como alimento, por cierto con gran éxito. En el momento que el arsenal de técnicas de mejora vegetal busque potenciar el valor energético de los cultivos, los resultados previstos son igualmente espectaculares. En Alemania, China y otros países se han establecido ya programas de mejora energética de los cultivos. También

se están utilizando para ello técnicas de ingeniería genética, aunque éstas plantean algunas cuestiones controvertidas. Un proyecto conjunto entre Monsanto y Cargill ha conseguido, según dichas compañías, un tipo de soja que produce un 50% más de aceite sin comprometer por ello su contenido protéico.⁴⁹

Las previsiones de producción mundial de biocarburantes aumentan a medida que se proyectan hacia un futuro más lejano, dando por sentado que pronto saldrán al mercado tecnologías de transformación más avanzadas. El fabricante de coches DaimlerChrysler prevé que los carburantes de biodiesel de última generación podrían representar en 2015 el 10% del mercado europeo de diesel. Según estimaciones de las agencias gubernamentales estadounidenses, el biodiesel y el etanol podrían remplazar para 2030 entre un 25 y un 50% de los carburantes derivados del petróleo en EE UU. Las previsiones a largo plazo basadas en la utilización de residuos agrícolas y forestales y en la utilización de cultivos energéticos sembrados en tierras agrícolas abandonadas y zonas marginales indican que, en teoría, el mundo podría cosechar suficiente biomasa en 2050 para satisfacer la totalidad de la demanda prevista de combustible para transporte.⁵⁰

Los mayores productores —Brasil, Estados Unidos, la Unión Europea y China— tienen previsto duplicar al menos la producción de biocarburantes durante los próximos quince años (véase la tabla 4-3.) Australia, Canadá, Colombia, Costa Rica, Kenia, Indonesia, Paraguay y Tailandia son algunos de los muchos países que han promulgado ya, o que están considerando, requisitos de mezcla de combustibles, desgravaciones fiscales o importantes inversiones en infraestructura e investigación sobre biocarburantes. Les han movido a ello una serie de factores, desde la preocupación por la contaminación regional y el cambio climático global al deseo de ayudar a las comunidades rurales a liberarse de la dependencia del petróleo importado.⁵¹

El sector agrícola ha sido tradicionalmente el principal protagonista en la producción de biocarburantes y productos derivados, pero otros sectores están empezando a desempeñar un papel cada vez mayor. Recordando la resistencia inicial de la industria petrolera a la decidida iniciativa por el etanol de su país, el ministro de agricultura brasileño bromeaba recientemente «[las compañías petroleras] tienen hoy en día un talante más colaborador, pues perciben el etanol como una forma de prolongar la vida de sus suministros de petróleo y de retrasar la caída del imperio».⁵²

Algunos fabricantes de coches ya consideran los biocarburantes como una posible solución a los problemas que plantean unas normas de

Tabla 4-3. Previsión de biofuel en el mundo

País, región o estado	Fuel	Target
China		
nacional	Etanol (corn)	2,5% de gasolina a finales de 2005
Jilin	Etanol (corn)	10% de gasolina (sin fecha)
Unión Europea	Biofuels	2% de fuel en 2005; 5,75% de fuel en 2010
Francia	Biofuels	7% de fuel en 2010; 10% de fuel en 2015
Malasia	Biodiesel (aceite de palma)	5% de diesel en 2008
Ontario, Canadá	Etanol	5% de gasolina en 2007
Filipinas	Biodiesel (coco)	1% de diesel (sin fecha)
Thailandia	Biofuels	10% de fuel en 2012
Estados Unidos		
nacional	Etanol	28 millones de litros de etanol para 2012
Hawai	Etanol	al menos el 85% de la gasolina deberá contener un 10% de etanol para abril de 2006)
Minnesota	Etanol	20% de gasolina en 2013 (10% más que en la actualidad)
	Biodiesel	2% de diesel (2005)

Fuente: véase nota n° 51 al final.

emisiones cada vez más estrictas. Quizá no deba sorprendernos por tanto que Choren, la primera empresa gasificadora mundial, sea un proyecto de DaimlerChrysler, Volkswagen y el gigante petrolero Royal Dutch Shell, y que el desarrollo de tecnología celulósica lo lidere Iogen, una iniciativa de Royal Dutch Shell y PetroCanada. Para las compañías químicas y biotecnológicas los biocarburantes constituyen un medio para reducir su dependencia en petróleo y crear nuevos productos y mercados —bien sean subproductos, desde plásticos a tejidos biológicos (véase el cuadro 4-4), o las propias enzimas que requiere el proceso de obtención de algunos biocarburantes de última generación.⁵³

Cuadro 4-4. Subproductos de los biocarburantes

Las refinerías de biocarburantes generan un importante número de subproductos que repercuten de forma significativa en la rentabilidad de la instalación. La obtención del etanol de maíz deja un residuo comestible —un forraje seco producto de la destilación que constituye un valioso pienso animal.

En Brasil, las destilerías de etanol se encuentran con considerables excedentes de fibra de caña de azúcar, que queman para producir electricidad o utilizan como fertilizante. En las plantas de biodiesel, el residuo del proceso de transformación del aceite vegetal es glicerina, muy útil para producir jabón, como conservante de frutas, excipiente para lociones, anticongelante en gatos hidráulicos, lubricante, componente de las tintas de impresión, ingrediente en pasteles y caramelos y conservante para especímenes de interés científico.

A medida que las biorefinerías se hacen más complejas, las empresas químicas están desarrollando una nueva generación de «bioplásticos» y materiales que pueden ser biodegradables, a diferencia de los obtenidos de los combustibles fósiles. Dow Chemical y su filial Tate & Lyle fabrican un material, sorona, que puede sustituir a los tejidos de nylon y utilizarse para el sellado de cierres y en revestimientos. DuPont y Shell Chemical están produciendo un material bioquímico denominado 1,3 propanodiol que puede transformarse en prendas de alta calidad, tapicerías y otros materiales especiales. Cargill ha desarrollado una resina denominada La naturaleza Trabaja, cuyas aplicaciones van desde la producción de alfombras y pañales hasta pinturas y películas. Y Sony ya incorpora plásticos derivados del maíz en algunos de sus aparatos DVD, Walkman y teléfonos móviles.

En un futuro, la variedad de bioproductos disponibles será mucho mayor. Los ingenieros pueden transformar biomasa en gases simples —incluyendo hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono— que pueden combinarse entre sí para formar una variedad enorme de moléculas. En teoría, los bioproductos podrían sustituir a todos los derivados del petróleo que hoy utilizamos a medida que éste empiece a escasear —desde los tejidos de nylon hasta los pesticidas, los plásticos y la goma.

Peter Stair

Fuente: véase nota nº 53 al final.

Para otros, el interés por las alternativas al petróleo está relacionado con su potencial de mejorar la seguridad nacional y cambiar la dinámica de poder mundial. La infraestructura energética actual es muy vulnerable a una serie de amenazas, desde sucesos climáticos extremos, que perturban la capacidad de producción, refinado y distribución del petróleo, hasta posibles ataques terroristas. Y la mayoría de los recursos

petrolíferos conocidos y viables económicamente están concentrados en muy pocos países, lo que supone que gran parte del mundo dependa del petróleo procedente de regiones inestables u hostiles o de países que utilizan su riqueza petrolífera para ejercer influencia política.

Por el contrario, la naturaleza relativamente dispersa y a pequeña escala de la materia prima y la producción de los biocarburantes supone una enorme ventaja en términos de seguridad energética. Incluso las mayores plantas de obtención de biocarburantes son mucho menores que una típica refinería de petróleo. La creciente apuesta de las principales industrias y de las grandes compañías internacionales por este sector puede presagiar plantas mayores y más centralizadas, pero la propia naturaleza de la biomasa limitará hasta cierto punto esta tendencia. Las desventajas de un transporte a larga distancia, por ejemplo, constituyen un elemento disuasorio para las grandes instalaciones, mientras que los mínimos requisitos para producir suponen que incluso cooperativas agrícolas o aldeas rurales remotas puedan fabricar su propio combustible. Además de estas consideraciones de escala, el encanto de los biocarburantes reside en el hecho de que ningún país ni bloque de países podrá dominar nunca el abastecimiento mundial: prácticamente todos los países de la Tierra tienen un cierto potencial para la producción de biocarburantes.

En la actualidad existen muchas opciones para la generación de electricidad y de calor de fuentes renovables, pero en cambio son limitadas las disponibles para producir combustibles alternativos para el transporte. Pese a la atención dedicada recientemente al potencial de una economía basada en el hidrógeno, desarrollar la infraestructura y los vehículos requeridos para un sistema de transporte movido por hidrógeno podría tardar décadas. Y las inversiones necesarias para dicho cambio serían enormes. Los biocarburantes, por el contrario, son una alternativa a la gasolina viable comercialmente y disponible ya, sin necesidad de nuevas infraestructuras, y que puede mover los vehículos sin costes adicionales o a un coste mínimo.⁵⁴

Hasta ahora, la clave del crecimiento de la producción de etanol y de biodiesel ha sido el apoyo decidido de los gobiernos. Sin embargo, la mayor parte del respaldo gubernamental sigue destinándose al petróleo. Por ejemplo, la industria petrolera estadounidense no sólo disfruta de un régimen fiscal favorable, con impuestos del 11% comparado con el 19% tributado por otros sectores industriales, sino que además recibe subvenciones indirectas para combustibles fósiles de vehículos ligeros estimadas en más de 111.000 millones de dólares anuales. A nivel mundial el petróleo también está enormemente subvencionado, aunque

es probable que nunca se conozca con exactitud la magnitud de estas subvenciones, dado que muchas de las principales compañías son propiedad estatal y que es norma la falta de transparencia. De mantenerse los elevados precios mundiales del petróleo es posible que los biocarburantes dejen de necesitar muchas de las actuales exenciones de impuestos, garantías para créditos y requisitos de mezclas de biocarburantes, aunque de momento siguen siendo importantes para incentivar el desarrollo de nuevas tecnologías. Es esencial por tanto eliminar progresivamente las subvenciones al petróleo y ampliar las políticas de apoyo a los biocarburantes para su competencia en condiciones de igualdad en los mercados energéticos.⁵⁵

A medida que aumenta la economía de los biocarburantes, es importante encauzarla hacia la sostenibilidad, asegurando que no genere toda una serie de nuevos problemas. A principios del siglo XX, los vendedores de petróleo hablaban de «la magia de la gasolina», sin prever los innumerables problemas ocasionados por el uso del petróleo. Hoy en día, muy poca gente es tan ingenuamente optimista en lo que se refiere a los biocarburantes. No obstante, la rápida expansión de la producción precisa cautela. Si se desarrolla de forma inadecuada, una economía basada en los biocarburantes podría agotar los suelos, contaminar la atmósfera y las aguas y desplazar a cultivos alimentarios, destruyendo el hábitat de especies silvestres y sin lograr un auténtico beneficio para las comunidades rurales. Y de continuar creciendo sin moderación la demanda energética de la humanidad, los biocarburantes se limitarían a complementar a los combustibles fósiles, en vez de a sustituirlos, añadiendo nuevos tipos de contaminación asociada a la energía.⁵⁶

Los responsables de las decisiones políticas desempeñan un importante papel en la promoción de enfoques innovadores, para asegurar que se minimizan los riesgos y se maximizan los beneficios de una economía basada en los biocombustibles. Orientando las ayudas agrícolas hacia la sostenibilidad, podrían garantizar que el cultivo de la materia prima para los biocarburantes no ponga en peligro el futuro de las generaciones venideras, ni de las especies de fauna y de flora. Concediendo subvenciones a múltiples plantas pequeñas de etanol en lugar de a las grandes refinerías de petróleo y a los gigantes agroindustriales, los gobiernos podrían asegurar beneficios más amplios a la sociedad —Saskatchewan, Canadá, ha adoptado recientemente una legislación que apoya las pequeñas plantas de etanol propiedad de los agricultores. Fomentando el desarrollo y el uso de productos químicos y materiales biológicos no tóxicos, se puede proteger a la población que vive aguas abajo de refi-

nerías o de vertederos, así como al conjunto de la sociedad civil. También es preciso que los gobiernos trabajen con la industria privada, dado que las nuevas tecnologías son fundamentales para el crecimiento sostenido de unos biocarburantes sostenibles; igualmente crucial es la existencia de inversores dispuestos a correr el riesgo de financiar procesos novedosos.⁵⁷

Cualquier plan para promover la producción y el uso de biocarburantes a mayor escala ha de formar parte de una estrategia más amplia de reducción del consumo energético total. Además de dejar de subvencionar los combustibles convencionales, los gobiernos han de promover y apoyar un transporte y planificación urbanística inteligente, incentivar la agricultura ecológica y potenciar el desarrollo de vehículos más ligeros y eficientes en términos de consumo de combustible.

Por otra parte, para políticos, compañías y agricultores innovadores no sería difícil aprovechar otros esfuerzos encaminados a hacer más llevadera la vida en comunidad, solucionando a la vez varios problemas. Por ejemplo, las biorefinerías podrían reducir los problemas de eliminación de residuos en las ciudades o sus alrededores, generando a la vez materiales diversos para abastecer necesidades locales. Y la producción de biocarburantes podría contribuir a diversificar los paisajes agrícolas, mientras que unas biorefinerías propiedad de los agricultores ayudarían a frenar el éxodo rural proporcionando ingresos estables a las comunidades campesinas.

Aumentar la proporción de biocarburantes empleados en el sector del transporte podría suponer un cambio radical en la historia de la energía mundial. Si la prospección y explotación petrolífera han tenido un cierto parecido con la caza y la recolección —acertando con un yacimiento tras muchos intentos infructuosos— una economía de biocarburantes se asemejará más a la agricultura, con cultivos energéticos. Pero para ser unos agricultores prósperos, tendremos que cuidar nuestros campos paciente y responsablemente.