

### 3. Factores económicos y normativos impulsores de los biocombustibles líquidos

La agricultura suministra y demanda energía; por consiguiente, los mercados de ambos sectores siempre han estado estrechamente vinculados. La naturaleza y la intensidad de estos vínculos han cambiado a lo largo de los años, aunque el mercado agrícola y el mercado energético siempre se han adaptado entre sí, con una producción y un consumo que aumentan o disminuyen en respuesta a la variación de los precios relativos. En la actualidad, el aumento rápido de la demanda de biocombustibles líquidos está estableciendo una relación más estrecha que nunca entre la agricultura y la energía. Sin embargo, las políticas desempeñan una función influyente en la definición de los vínculos entre ambos sectores. Muchos países intervienen en ambos mercados a través de una serie de medidas normativas destinadas a abordar un conjunto diverso de objetivos. El presente capítulo trata las relaciones económicas fundamentales entre la agricultura, la energía y los biocombustibles. Asimismo, en el capítulo se analizan las políticas que están siendo aplicadas para fomentar los biocombustibles y se estudia la forma en la que estas medidas afectan a las relaciones entre el mercado agrícola y el energético.

#### Políticas y mercados de los biocombustibles

Un debate acerca de la economía de los combustibles líquidos debe partir de la asignación de recursos entre usos alternativos en los sectores de la energía y la agricultura. Esta competencia entre usos alternativos se produce en diferentes niveles. En los mercados energéticos, los biocombustibles líquidos como el etanol y el biodiésel compiten directamente con la gasolina y el diésel derivados del petróleo. Medidas normativas, como las mezclas

obligatorias de biocombustibles con el petróleo y el diésel, las subvenciones y los incentivos fiscales pueden fomentar el uso de los biocombustibles, mientras que las limitaciones técnicas, como por ejemplo la falta de vehículos que funcionen con mezclas de biocombustibles, pueden disuadir de su uso. Dejando de lado momentáneamente estos factores, los biocombustibles y los combustibles fósiles compiten en función de su contenido energético, y, por lo general, sus precios varían a la par.

En los mercados agrícolas, los fabricantes de biocombustibles compiten por los productos directamente con los elaboradores de alimentos y las actividades de alimentación de animales. Desde el punto de vista de un agricultor individual, carece de importancia el uso que un posible comprador quiera darle a un cultivo. Los agricultores venderán a un productor de etanol o biodiésel si el precio que reciben es superior al que obtendrían de un elaborador de alimentos o de una fábrica de piensos. Si el precio de los combustibles es suficientemente elevado, los productos agrícolas quedarán excluidos de otros usos. Dado que los mercados energéticos son de mayor tamaño que los mercados agrícolas, un pequeño cambio en la demanda de energía puede suponer una notable variación en la demanda de materias primas agrícolas. Por consiguiente, los precios del crudo impulsarán los precios de los biocombustibles y, a su vez, influirán en los precios de los productos agrícolas.

El estrecho vínculo existente entre los precios del crudo y los precios agrícolas, por medio de la demanda de biocombustibles, establece de hecho precios mínimos y máximos de los productos agrícolas determinados por los precios del crudo (FAO, 2006a). Cuando los precios de los combustibles fósiles alcanzan o superan el costo de producción de los biocombustibles

sustitutivos, el mercado energético crea una demanda de productos agrícolas. En el caso de que la demanda de energía sea elevada en relación con los mercados de productos agrícolas, y las materias básicas agrícolas para la fabricación de biocombustibles sean competitivas en el mercado energético, se generará un efecto de precio mínimo para los productos agrícolas, determinado por los precios de los combustibles fósiles. Sin embargo, los precios agrícolas no pueden aumentar simultáneamente de forma más rápida que los precios de la energía, ya que se encarecerían demasiado para el mercado energético. Por consiguiente, dado que los mercados energéticos son muy grandes en comparación con los mercados agrícolas, los precios de los productos agrícolas tenderán a estar impulsados por los precios energéticos.

En la práctica, es posible que el vínculo entre los precios de los productos agrícolas y la energía no sea tan estrecho y directo como en la teoría, por lo menos hasta que los mercados de biocombustibles estén suficientemente desarrollados. A corto plazo, la capacidad de respuesta del sector de los biocombustibles a los cambios en los precios relativos de los combustibles fósiles y los productos agrícolas puede estar limitada por un conjunto de obstáculos, como por ejemplo disfunciones en la distribución, problemas técnicos en el transporte y en sistemas de mezcla o la capacidad inadecuada de las plantas de fabricación para la transformación de las materias primas. Cuanto más flexible sea la capacidad de respuesta de la demanda y la oferta a las señales cambiantes de los precios, más estrecho será el vínculo entre los precios de la energía y los mercados agrícolas. En la actualidad, el mercado brasileño de etanol derivado de la caña de azúcar es el más desarrollado y el que posee un vínculo más estrecho con los mercados energéticos. Entre los factores que contribuyen a esta situación se incluyen la existencia de un gran número de fábricas azucareras capaces de producir tanto azúcar como etanol, unos sistemas de conversión energética muy eficientes que generan conjuntamente etanol y electricidad, un elevado porcentaje de vehículos híbridos capaces de funcionar con mezclas de etanol y gasolina, y una red de distribución nacional de etanol (FAO, 2006a).

Mientras que las materias primas agrícolas compiten con combustibles fósiles en el mercado energético, los cultivos agrícolas compiten asimismo entre sí por los recursos productivos. Por ejemplo, una parcela determinada de tierra puede ser usada con el fin de cultivar maíz destinado a la producción de etanol o trigo para elaborar pan. Cuando la demanda de biocombustibles incrementa los precios de los productos usados como materias primas para elaborar biocombustibles, los precios de todos los productos agrícolas que dependen de la misma base de recursos tienden a aumentar. Por esta razón, producir biocombustibles de cultivos no alimentarios no implica necesariamente eliminar la competencia entre los alimentos y los combustibles; si se necesita la misma tierra y otros recursos tanto para los cultivos alimentarios como para el cultivo de materias primas para generar biocombustibles, sus precios seguirán la misma evolución, aun cuando las materias primas cultivadas no puedan emplearse para la alimentación.

Con las tecnologías actuales, los costos para producir cultivos y convertirlos en etanol o biodiésel son, en muchos lugares, demasiado elevados para competir comercialmente con combustibles fósiles sin una ayuda activa por parte del gobierno para fomentar su desarrollo y subvencionar su uso. Muchos países –incluyendo un número creciente de países en desarrollo– están fomentando los biocombustibles principalmente por tres razones: intereses estratégicos acerca de la seguridad energética y los precios de la energía, preocupaciones sobre el cambio climático y consideraciones de apoyo a la agricultura.

Una de las razones para prestar apoyo a un nuevo sector es la necesidad de superar los costos iniciales de innovación tecnológica y desarrollo de mercado para que el sector pueda ser competitivo. Este es el argumento de la «industria naciente» para justificar las subvenciones. No obstante, las subvenciones para un sector que, a la larga, no puede alcanzar la viabilidad económica no son sostenibles y pueden servir únicamente para transferir la riqueza de un grupo a otro, imponiendo al mismo tiempo costos al conjunto de la economía.

Asimismo, se pueden justificar las subvenciones cuando los beneficios sociales

### RECUADRO 3 Políticas sobre biocombustibles en el Brasil

Alrededor del 45 por ciento de toda la energía consumida en el Brasil proviene de fuentes renovables, gracias al uso combinado de la hidroelectricidad (14,5 por ciento) y la biomasa (30,1 por ciento); en 2006, la caña de azúcar representó el 32,2 por ciento de la energía renovable del suministro interno de energía renovable y el 14,5 por ciento del suministro interno total de energía (GBEP, 2007).

El Brasil ha sido uno de los primeros países en establecer reglamentos nacionales en el sector de la bioenergía y ha acumulado una considerable experiencia y conocimientos especializados en la esfera de los biocombustibles, particularmente en lo que se refiere al uso del etanol como combustible para el transporte. La experiencia del Brasil en el uso del etanol como aditivo de la gasolina se remonta a la década del 1920, aunque no fue hasta 1931 que el combustible producido a partir del azúcar comenzó a mezclarse oficialmente con gasolina. En 1975, tras la primera crisis del petróleo, el Gobierno del Brasil puso en marcha el Programa Nacional sobre Etanol (ProAlcool), creando así las condiciones para un desarrollo en gran escala de la industria azucarera y del etanol. El programa estaba encaminado a reducir las importaciones de energía y fomentar la independencia energética. Sus principales objetivos consistían en introducir en el mercado una mezcla de gasolina y etanol anhidro y crear incentivos para el desarrollo de vehículos alimentados exclusivamente por etanol hidratado. Tras la segunda crisis causada por el aumento de los precios del petróleo, en 1979, se puso en marcha un programa más ambicioso y amplio

para promover el desarrollo de nuevas plantaciones y una flota de vehículos alimentados exclusivamente por etanol. Se introdujeron una serie de incentivos fiscales y financieros. El programa suscitó una fuerte respuesta y la producción de etanol aumentó rápidamente, al igual que el número de vehículos alimentados exclusivamente por etanol.

Se suponía que los subsidios ofrecidos por el programa serían temporales, en la misma medida en que a largo plazo los altos precios del crudo redundarían en una mayor competitividad del etanol respecto de la gasolina. Sin embargo, tras la caída de los precios internacionales del petróleo en 1986, se volvió problemática la eliminación de los subsidios. Por otro lado, el aumento de los precios del azúcar provocó una escasez de etanol, y en 1989 en varios de los principales centros de consumo tuvieron lugar déficits acentuados que redujeron la credibilidad del programa.

El período de 1989 a 2000 se caracterizó por el desmantelamiento del conjunto de incentivos económicos que el Gobierno ofrecía al programa, como parte de un proceso más amplio de desregulación que llegó a afectar la totalidad del sistema de suministro de combustible del Brasil. En 1990, se abolió el Instituto de Azúcar y Alcohol, que durante más de seis décadas había regulado la industria azucarera y del alcohol del Brasil, con lo que la planificación y ejecución de la producción, la distribución y las ventas de la industria se fueron transfiriendo de manera gradual al sector privado. Eliminados los subsidios, disminuyó drásticamente el uso del etanol hidratado como combustible. No obstante, la mezcla de etanol anhidro con gasolina

derivados del desarrollo de un sector superan los costos económicos privados. Así puede ocurrir, por ejemplo, si los biocombustibles líquidos generan beneficios sociales en forma de menores emisiones de carbono, una mayor seguridad energética o una revitalización de áreas rurales. Sin embargo,

este tipo de medidas normativas implican costos, y sus consecuencias no siempre son las deseadas. Estos costos incluyen los costos presupuestarios directos, a cargo de los contribuyentes, y costos de mercado, a cargo de los consumidores, e implican la redistribución de recursos hacia el sector

se vio fomentada por el establecimiento en 1993 de un requisito obligatorio de mezcla en el que se especificaba que se debía añadir un 22 por ciento de etanol anhidro a toda la gasolina distribuida en las gasolineras. El requisito de mezcla se mantiene en vigor y el Consejo Interministerial del Azúcar y el Alcohol se encarga de establecer el porcentaje requerido, que puede oscilar entre el 20 y el 25 por ciento.

La fase más reciente de la experiencia de Brasil en la esfera de la producción de etanol se inició en 2000 con la revitalización del etanol como combustible, y estuvo marcada por la liberalización de los precios en la industria en 2002. Siguió aumentando las exportaciones de etanol a causa de los elevados precios del petróleo en el mercado mundial. La dinámica de la industria del azúcar y el etanol empezó a depender mucho más de los mecanismos de mercado, particularmente en los mercados internacionales. Se han realizado inversiones considerables en la industria, con lo que se ha ampliado la producción y modernizado las tecnologías. Un factor importante del desarrollo del mercado interno en los últimos años ha sido la inversión de la industria automovilística en autos alimentados por biocombustibles o biocombustibles a base de alcohol y gasolina, también conocidos como autos de combustible flexible, capaces de funcionar con una mezcla de gasolina y etanol.

En cambio, la industria del biodiésel está todavía en sus inicios en el Brasil, y las políticas sobre biodiésel datan de fecha mucho más reciente. En la ley sobre biodiésel de 2005 se establecieron

requisitos mínimos de mezcla del 2 por ciento y del 5 por ciento para 2008 y 2013, respectivamente. En respuesta a preocupaciones sobre la inclusión social y el desarrollo regional, se estableció en pequeñas explotaciones agrícolas familiares de las regiones norte y noreste del país un sistema de incentivos fiscales a la producción de materias primas para el biodiésel. Conforme a un plan especial, el programa «Sello de combustible social», los productores de biodiésel que compren materias primas en pequeñas explotaciones agrícolas familiares de las regiones pobres pagan menos impuestos federales y pueden obtener financiación del Banco de Desarrollo del Brasil. Los agricultores están organizados en cooperativas y reciben capacitación de extensionistas.

Las políticas actuales del Brasil en materia de bioenergía se rigen por las Directrices normativas del Gobierno Federal sobre agroenergía, elaboradas por un equipo interministerial. En relación con la política general del Gobierno Federal, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento ha elaborado un programa con el fin de satisfacer las necesidades de bioenergía del país. El objetivo del Plan agroenergético del Brasil 2006-2011 es garantizar la competitividad de la agroindustria brasileña y apoyar políticas públicas concretas, como la inclusión social, el desarrollo regional y la sostenibilidad ambiental.

---

Fuentes: Basado en GBEP, 2007, y Buarque de Hollanda y Poole, 2001.

favorecido. Los efectos de distribución pueden extenderse más allá del país que aplica las políticas, para acabar teniendo una dimensión internacional. Así, las ayudas a la agricultura y las políticas de protección de muchos países de la OCDE tienen consecuencias complejas para los productores

y consumidores en otros países. Además, dado que las intervenciones normativas desvían recursos de otras inversiones sociales y privadas, a menudo generan costos de oportunidad indirectos. En algunos casos, otras intervenciones normativas, que, de forma más directa, se centran en los objetivos

explícitos de las políticas relativas a los biocombustibles, podrían ser menos costosas y más eficaces.

### Objetivos subyacentes de las políticas relativas a los biocombustibles

Como se ha indicado antes, algunos países han introducido políticas que fomentan el desarrollo de biocombustibles líquidos. El encarecimiento y la volatilidad de los precios del petróleo, el aumento de la concienciación acerca de la contribución de los combustibles fósiles al cambio climático mundial y el deseo de fomentar la revitalización económica en zonas rurales son las razones mencionadas con más frecuencia que subyacen a estas políticas (FAO, 2007b).

En muchos países, el acceso seguro a los suministros de energía constituye, desde hace muchos años, una preocupación. La reducción de la vulnerabilidad ante la volatilidad de los precios y las interrupciones en el suministro representan, desde hace varias décadas, un objetivo de las políticas energéticas de muchos países de la OCDE, y muchos países en desarrollo están igualmente preocupados acerca de su dependencia de fuentes energéticas importadas. Los recientes aumentos de los precios, principalmente del crudo, han fortalecido el incentivo para identificar y fomentar fuentes de energía alternativas para el transporte, la calefacción y la generación de energía. La fuerte demanda procedente de países en desarrollo con un crecimiento rápido –especialmente China y la India– está provocando un aumento de la preocupación acerca de la futura evolución de los precios y los suministros energéticos. Se considera que la bioenergía es un medio para diversificar las fuentes de suministro de energía y reducir la dependencia de un pequeño número de exportadores. Los biocombustibles líquidos representan la principal fuente alternativa que puede abastecer al sector del transporte, dependiente de forma abrumadora del petróleo, sin cambios más radicales en las actuales tecnologías y políticas de transporte.

El segundo factor importante que impulsa las políticas bioenergéticas es la creciente preocupación acerca del cambio

climático inducido por la acción humana, a medida que las pruebas del aumento de las temperaturas y su origen humano son cada vez más convincentes. Pocos discuten en la actualidad la necesidad de tomar medidas para reducir las emisiones de efecto invernadero, y muchos países están adoptando la bioenergía como un elemento importante en sus esfuerzos para mitigar el cambio climático. Se considera que, en relación con los combustibles derivados del petróleo, la bioenergía ofrece una capacidad importante para reducir las emisiones en la electricidad, la calefacción y el transporte, aunque las consecuencias netas reales en las emisiones de gases de efecto invernadero pueden variar de forma considerable en función de factores como, por ejemplo, el cambio del uso de la tierra, el tipo de materia prima y las prácticas agrícolas asociadas, la tecnología de conversión y el uso final. De hecho, estudios recientes sugieren que el crecimiento a gran escala de la producción de biocombustibles podría causar un aumento neto de las emisiones.

Mientras que las preocupaciones acerca del cambio climático han estado presentes entre las iniciativas más sólidas para promover el desarrollo de la bioenergía, existen otras preocupaciones sobre el medio ambiente que también han ejercido una influencia, especialmente el deseo de reducir la contaminación del aire en zonas urbanas. La quema de biomasa mediante el uso de tecnologías modernas o la utilización de biocombustibles líquidos en los motores pueden reducir las emisiones de contaminantes regulados del aire en relación con el uso de combustibles fósiles. Asimismo, la generación de energía a partir de residuos y desechos, como por ejemplo las partes biodegradables de los residuos sólidos de urbanos, constituye un método de eliminación de residuos respetuoso con el entorno natural. Las consecuencias de la producción y el uso de biocombustibles líquidos para el medio ambiente, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero, se siguen tratando en el Capítulo 5.

Las ayudas al sector agrícola y a las rentas de los agricultores han sido uno de los factores fundamentales, si no el más importante, para impulsar las políticas relativas a los biocombustibles en diversos países desarrollados. En países con sectores

agrícolas fuertemente subvencionados, la revitalización de la agricultura a través de su función como suministradora de materias primas para generar bioenergía ha sido considerada, de forma general, como una solución para el problema doble del exceso de oferta de productos agrícolas y la disminución de oportunidades de los mercados mundiales. La posibilidad de aumentar las rentas agrícolas, reduciendo al mismo tiempo las ayudas a los ingresos y las subvenciones, posee un gran atractivo para los responsables de la formulación de las políticas (aunque la última parte de esta estrategia ha sido difícil de lograr). Mientras varios países de la OCDE, especialmente en Europa y América del Norte, han aceptado desde hace tiempo la capacidad de los biocombustibles para servir de apoyo a la agricultura, un creciente número de países en desarrollo también dicen perseguir objetivos de desarrollo rural –juntamente con la seguridad energética– para sus políticas de biocombustibles (FAO, 2007b).

### Medidas que afectan al desarrollo de los biocombustibles

El desarrollo de los biocombustibles está influido por un conjunto amplio de políticas nacionales en diversos sectores, entre los que cabe citar la agricultura, la energía, el transporte, el medio ambiente y el comercio, así como por políticas de mayor alcance que afectan al conjunto del «entorno propicio» para los negocios y la inversión. Las políticas aplicadas a la bioenergía, en concreto a los biocombustibles líquidos, influyen de forma considerable en la rentabilidad de la producción de biocombustibles. Es difícil identificar las políticas pertinentes y cuantificar sus efectos en casos específicos, dada la variedad de los instrumentos normativos y las formas con las que se aplican; sin embargo, las políticas, por norma general, se traducen en subsidios (en ocasiones, muy cuantiosos) destinados a prestar apoyo a los biocombustibles y a influir en el atractivo económico de su producción, comercio y uso.

Los subsidios pueden afectar al sector en diferentes etapas. La Figura 8, adaptada de la Iniciativa Global sobre los Subsidios (Steenblik, 2007), muestra los diversos

puntos en la cadena de producción del biocombustible en los que las medidas directas e indirectas pueden prestar ayuda al sector. Algunos de estos factores están interrelacionados, y asignar políticas a una categoría o a otra puede resultar un poco artificial en la práctica. Los diferentes instrumentos de políticas y tipos de ayuda asociados que se aplican en las distintas etapas pueden tener efectos muy variados en el mercado. En general, se considera que las políticas y la ayuda dirigidas directamente a los niveles de producción y consumo poseen los efectos de distorsión del mercado más significativos, mientras que la ayuda a la investigación y el desarrollo probablemente genera los efectos menos distorsionadores.

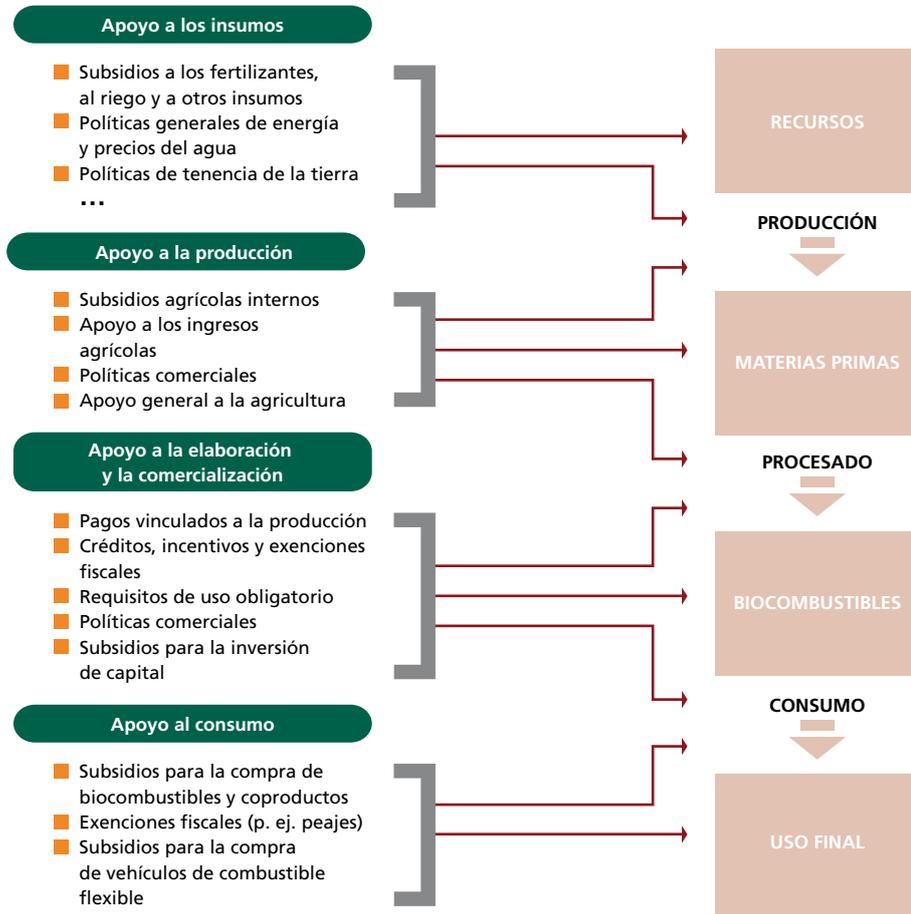
### Políticas agrícolas

Las políticas agrícolas y forestales anteriores a la era de los biocombustibles líquidos ejercían una fuerte influencia en la industria de la bioenergía. De hecho, las subvenciones a la agricultura y los mecanismos de apoyo a los precios afectaban directamente tanto a los precios y los niveles de producción de las materias básicas para biocombustibles de primera generación como a los sistemas y métodos de producción de tales materias primas. La mayoría de países de la OCDE ha aplicado en el sector de la agricultura políticas de subsidios y protección, que las negociaciones comerciales internacionales, en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC), no han logrado eliminar, aunque se ha introducido alguna disciplina que afecta a las políticas agrícolas y a la protección del sector. Estas políticas han tenido importantes consecuencias para el comercio agrícola y los modelos geográficos de producción a nivel internacional, del mismo modo que tendrán repercusiones en la producción de las materias primas destinadas a los biocombustibles.

### Combinación de mandatos

Los objetivos cuantitativos constituyen factores muy importantes en el desarrollo y crecimiento de la mayor parte de las industrias bioenergéticas modernas, especialmente de biocombustibles líquidos para transporte, en las que se imponen de forma creciente las combinaciones de mandatos. En el Cuadro 4 se resumen los actuales requisitos de mezcla, de

**FIGURA 8**  
**Apoyo en diferentes puntos de la cadena de suministro de los biocombustibles**



Fuente: Adaptado de Steenblik, 2007.

carácter voluntario y obligatorio, para los biocombustibles líquidos en los países del G8 + 5<sup>6</sup>, aunque cabe señalar que las políticas en este ámbito están en rápida evolución.

### Subsidios y ayudas

Las ayudas a la distribución y el uso constituyen elementos fundamentales de las políticas en la mayoría de países que fomentan la utilización de biocombustibles. Varios países están subvencionando o exigiendo inversiones en infraestructuras

para el almacenamiento, el transporte y el uso de biocombustibles. La mayor parte de estas infraestructuras están dedicadas al etanol, que por norma general necesita inversiones en equipo más elevadas. A menudo, esta ayuda se justifica aduciendo que únicamente se logrará un mayor uso del etanol y la expansión de su mercado si existen suficientes infraestructuras de distribución y puntos de venta. Asimismo, muchos gobiernos fomentan de forma activa los vehículos híbridos, diseñados para consumir mezclas de porcentaje más elevado de etanol y gasolina que los vehículos corrientes, por ejemplo a través de la reducción de las tasas de matriculación y de los impuestos de circulación. Mientras que la mayoría de vehículos con motor de gasolina que se

<sup>6</sup> El G8 + 5 incluye a los países del G8 (Alemania, Canadá, los Estados Unidos de América, Francia, Italia, Japón, el Reino Unido y la Federación de Rusia), más las cinco economías emergentes principales (Brasil, China, India, México y Sudáfrica).

**CUADRO 4**
**Objetivos voluntarios y obligatorios de bioenergía para los combustibles del transporte en los países del G8 + 5**

PAÍS/GRUPO DE PAÍSES	OBJETIVOS <sup>1</sup>
Alemania	6,75% para 2010 con previsión de aumento al 8% para 2015, 10% para 2020 (O = objetivo de la UE)
Brasil	Mezcla obligatoria de 20-25% de etanol anhidro con gasolina; mezcla mínima de 3% de biodiésel en el diésel para julio de 2008 y de 5% (B5) para finales de 2010
Canadá	5% de contenido renovable en la gasolina para 2010 y 2% de contenido renovable en el diésel para 2012
China	15% de las necesidades energéticas del transporte mediante uso de biocombustibles para 2020
Estados Unidos de América	9 000 millones de galones para 2008 aumentados a 36 000 millones para 2022 (O). De los 36 000 millones de galones, 21 procederán de biocombustibles avanzados (de ellos, 16 000 millones de biocombustibles celulósicos)
Federación de Rusia	Sin objetivos
Francia	5,75% para 2008, 7% para 2010, 10% para 2015 (V), 10% para 2020 (O = objetivo de la UE)
India	Propuestas de obligación de mezcla del 5-10% para el etanol y del 20% para el biodiésel
Italia	5,75% para 2010 (O), 10% para 2020 (O = objetivo de la UE)
Japón	500 000 kilolitros, convertidos en petróleo crudo, para 2010 (V)
México	Objetivos en proceso de examen
Reino Unido	5% de biocombustibles para 2010 (O), 10% para 2020 (O = objetivo de la UE)
Sudáfrica	Hasta el 8% para 2006 (V) (objetivo del 10% en examen)
Unión Europea	10% para 2020 (O, propuesta de la Comisión de la UE en enero de 2008)

<sup>1</sup> O = obligatorio; V = voluntario.

Fuentes: GBEP, 2007, actualizado con información del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2008a); Asociación de Combustibles Renovables (RFA, 2008); comunicación escrita de la Comisión de la UE y Profesor Ricardo Abramovay, Universidad de São Paulo (Brasil).

construyen en los países de la OCDE pueden funcionar con mezclas que contienen hasta un 10 por ciento de etanol, y algunos con hasta el 20 por ciento, los vehículos híbridos pueden usar cualquier mezcla con un contenido de etanol de hasta el 85 por ciento.

### Aranceles

Los aranceles aplicados a los biocombustibles se usan generalmente para proteger la agricultura y las industrias de biocombustibles locales, sostener los precios locales de los biocombustibles y proporcionar un incentivo para la producción nacional. Los principales productores de etanol, con la excepción del Brasil, aplican importantes aranceles de NMF (nación más favorecida) (véase el Cuadro 5). Sin embargo, existen diversas excepciones a los tipos de NMF y los contingentes arancelarios existentes. En general, se tiende a aplicar al biodiésel tipos arancelarios más bajos.

### Incentivos fiscales

Mientras que los aranceles son utilizados para estimular la producción local y proteger a los productores nacionales, las exenciones fiscales representan un medio para estimular la demanda de biocombustibles. Entre los instrumentos de mayor uso se encuentran los incentivos fiscales o las sanciones tributarias, que pueden afectar drásticamente a la competitividad y, por consiguiente, a la viabilidad comercial de los biocombustibles con respecto a otras fuentes de energía. Los Estados Unidos de América fueron de los primeros países de la OCDE que aplicaron exenciones fiscales a los biocombustibles con la Ley de Fiscalidad de la Energía, de 1978, como consecuencia de la crisis del precio del petróleo en la década de 1970. La Ley estableció una exención del impuesto indirecto para las mezclas de combustibles con alcohol. En 2004, la exención fiscal fue sustituida por una desgravación de los impuestos directos

**CUADRO 5**  
**Aranceles aplicados sobre el etanol en algunos países**

País/grupo de países	Arancel de NMF aplicado	Al valor unitario antes de arancel de 0,50 USD por litro		Excepciones/observaciones	
		Moneda local o tasa <i>ad valorem</i>	Equivalente <i>ad valorem</i> (Porcentaje)		Equivalente de la tasa específica (USD/litro)
Australia	5% + 0,38143 AUD/litro		51	0,34	Estados Unidos de América, Nueva Zelanda
Brasil	0%		0	0,00	A partir del 20% en marzo de 2006
Canadá	0,0492 CAD/litro		9	0,047	Asociados ZLC
Estados Unidos de América	2,5% + 0,54 USD/galón		28	0,138	Asociados ZLC, asociados ICC
Suiza	35 CHF/100 kg		46	0,232	UE, SPG
Unión Europea	0,192 EUR/litro		52	0,26	AELC, SPG

Notas: Con fines comerciales el etanol se clasifica como HS 2207.10, alcohol etílico no desnaturalizado. Los aranceles señalados son tasas al 1° de enero de 2007.

NMF = nación más favorecida; ZLC = zona de libre comercio; AELC = Asociación Europea de Libre Comercio; SPG = Sistema generalizado de preferencias; ICC = Iniciativa de la Cuenca del Caribe.

Fuente: Steenblik, 2007.

para los productores. Desde entonces, otros países han aplicado diferentes formas de exenciones de los impuestos indirectos.

### Investigación y desarrollo

La mayoría de países productores de biocombustibles realizan o financian proyectos de investigación y desarrollo en las diversas etapas del proceso de producción de los biocombustibles, desde la agronomía a la combustión. En general, la investigación y el desarrollo en el ámbito de la bioenergía se han orientado al desarrollo de tecnologías para mejorar la eficiencia de conversión, identificar materias básicas sostenibles y desarrollar métodos de conversión rentables para combustibles avanzados. Los modelos actuales de financiación en los países desarrollados sugieren que una parte creciente de la financiación pública de la investigación y el desarrollo se destina a los biocombustibles de segunda generación, en concreto al etanol celulósico y a combustibles generados a partir de biomasa, como alternativas al diésel derivado del petróleo.

### Costos económicos de las políticas relativas a los biocombustibles

La Iniciativa Global de Subsidios (Steenblik, 2007) ha elaborado estimaciones sobre las

subvenciones al sector de los biocombustibles en determinadas economías de la OCDE, especificadas en el Cuadro 6.

Estas estimaciones proporcionan una idea aproximada de la magnitud de las transferencias para prestar apoyo a los biocombustibles en los países estudiados, aunque probablemente tienden a subestimar el valor total de los incentivos de inversión, para los cuales es difícil obtener información. Las estimaciones no toman en consideración los posibles efectos de distorsión del mercado de las distintas políticas.

El apoyo total estimado calcula el valor total de la ayuda gubernamental a la industria de los biocombustibles, incluyendo, entre otros, los imperativos legales de consumo, las desgravaciones fiscales, las barreras arancelarias, los subsidios a la inversión y la ayuda general al sector, como por ejemplo la inversión en investigación pública. Estas estimaciones son análogas a las calculadas por la OCDE para la agricultura. Como tales, incluyen medidas consideradas como directamente relacionadas con los niveles de producción y ayudas con efectos menos distorsionadores que no están vinculadas directamente a la producción. Las estimaciones no incluyen la ayuda a la producción de materias primas agrícolas, que se calcula de forma separada en el apoyo total estimado para la agricultura.

**CUADRO 6**
**Estimaciones de apoyo total a los biocombustibles en algunas economías de la OCDE en 2006**

Economías de la OCDE	ETANOL		BIODIÉSEL		TOTAL DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS	
	EAT	Cuota variable <sup>1</sup>	EAT	Cuota variable <sup>1</sup>	EAT	Cuota variable <sup>1</sup>
	(Miles de millones de USD)	(Porcentaje)	(Miles de millones de USD)	(Porcentaje)	(Miles de millones de USD)	(Porcentaje)
<b>Estados Unidos de América<sup>2</sup></b>	5,8	93	0,53	89	6,33	93
<b>Unión Europea<sup>3</sup></b>	1,6	98	3,1	90	4,7	93
<b>Canadá<sup>4</sup></b>	0,15	70	0,013	55	0,163	69
<b>Australia<sup>5</sup></b>	0,043	60	0,032	75	0,075	66
<b>Suiza</b>	0,001	94	0,009	94	0,01	94
<b>Total</b>	7,6	93	3,7	90	11,3	92

EAT = Estimaciones de apoyo total.

<sup>1</sup> El porcentaje de apoyo que varía con el incremento de la producción o del consumo e incluye el apoyo al precio de mercado, los pagos a la producción o los créditos fiscales, los créditos a los impuestos indirectos sobre carburantes y los subsidios a los insumos variables.

<sup>2</sup> Límite inferior de la serie comunicada.

<sup>3</sup> Total para los 25 Estados miembros de la Unión Europea en 2006.

<sup>4</sup> Estimaciones provisionales.

<sup>5</sup> Los datos hacen referencia al ejercicio económico que comienza el 1° de julio de 2006.

Fuentes: Steenblik, 2007; Koplów, 2007; Quirke, Steenblik y Warner, 2008.

El Cuadro 6 confirma que las subvenciones a los biocombustibles ya son relativamente costosas para los contribuyentes y los consumidores de las economías de la OCDE. Así, los fabricantes y los cultivadores de los Estados Unidos de América reciben ayudas valoradas en más de 6 000 millones de USD al año, mientras que los de la UE perciben anualmente casi 5 000 millones de USD. Asimismo, el cuadro proporciona estimaciones de la parte del apoyo total estimado que varía de acuerdo con el nivel de producción. Este nivel indica la forma en la que cambiaría el total con un aumento de la producción, como por ejemplo el que conllevan los objetivos de consumo existentes en la UE y en los Estados Unidos de América. Las subvenciones al etanol de la UE varían casi por completo con la producción, y por lo tanto se incrementarían en consonancia con los aumentos obligados en la producción. Asimismo, el Cuadro sugiere que las subvenciones de la OCDE a los biocombustibles posiblemente aumentarán muy por encima del consumo obligatorio.

El Cuadro 7 ofrece una perspectiva acerca de la importancia de los subsidios a los biocombustibles, indicados en dólares por litro. Los subsidios al etanol

oscilan entre 0,30 USD y 1 USD por litro aproximadamente, mientras que los subsidios a los biocombustibles fluctúan en un rango más amplio. El cuadro muestra que, aunque el gasto por apoyo total de algunos países es relativamente modesto, puede ser considerable en proporción por cada litro. Una vez más, la parte de apoyo variable constituye un indicio del margen para el crecimiento de los gastos con respecto a la producción, aunque algunos subsidios están sujetos a limitaciones presupuestarias, especialmente en el nivel estatal o provincial.

### Viabilidad económica de los biocombustibles

Las políticas de biocombustibles mencionadas anteriormente están configurando la economía agrícola mundial de manera que pueden generarse consecuencias indeseadas tanto para los países que aplican las políticas como para el resto del mundo. Todos los países están afectados, produzcan o no biocombustibles. Los imperativos legales de consumo y producción, las subvenciones y los incentivos que están siendo aplicados por diversos países han generado una

**CUADRO 7**  
**Tasas de apoyo medias y variables aproximadas por litro de biocombustible**  
**en algunas economías de la OCDE**

Economías de la OCDE	ETANOL		BIODIÉSEL	
	Media (USD/litro) <sup>1</sup>	Variable (USD/litro) <sup>1</sup>	Media (USD/litro) <sup>1</sup>	Variable (USD/litro) <sup>1</sup>
<b>Estados Unidos de América<sup>2</sup></b>	0,28	Federal: 0,15 Estados: 0,00-0,26	0,55	Federal: 0,26 Estados: 0,00-26
<b>Unión Europea<sup>3</sup></b>	1,00	0,00-0,90	0,70	0,00-0,50
<b>Canadá<sup>4</sup></b>	0,40	Federal: hasta 0,10 Provincias: 0,00-0,20	0,20	Federal: hasta 0,20 Provincias: 0,00-0,14
<b>Australia<sup>5</sup></b>	0,36	0,32	0,35	0,32
<b>Suiza<sup>6</sup></b>	0,60	0,60	1,00	0,60-2,00

<sup>1</sup> Los valores (excepto en el caso de los Estados Unidos de América y Australia) se redondean a los 0,10 USD más cercanos.

<sup>2</sup> Límite inferior de la serie comunicada. Algunos pagos están limitados por el presupuesto.

<sup>3</sup> Hace referencia al apoyo proporcionado por los Estados miembros.

<sup>4</sup> Estimaciones provisionales; comprende los incentivos introducidos el 1º de abril de 2008. Los apoyos federales y la mayoría de los provinciales están limitados por el presupuesto.

<sup>5</sup> Los datos hacen referencia al ejercicio económico que comienza el 1º de julio de 2006. Los pagos no están limitados por un presupuesto.

<sup>6</sup> La banda para el biodiésel depende de la fuente y la clase de la materia prima. Algunos pagos están limitados a un número fijo de litros.

Fuente: Steenblik, 2007, p. 39.

nueva fuente principal de demanda de productos básicos agrícolas. Como consecuencia, los vínculos históricos entre el sector agrícola y el sector energético se están convirtiendo en más fuertes y están cambiando sus características. Las políticas de biocombustibles tienen importantes efectos en la producción y las rentas agrícolas, los precios de los productos básicos y la disponibilidad de alimentos, los rendimientos de la tierra y otros recursos, el empleo rural y los mercados energéticos.

Un agricultor individual producirá materias primas para biocombustibles si los ingresos netos que obtiene son mayores que los conseguidos para los cultivos o usos alternativos. El proceso de toma de decisiones para un cultivo de biocombustibles es el mismo que para cualquier otro cultivo. Los agricultores escogen lo que producen tomando en consideración los ingresos netos esperados y las percepciones de riesgo, y pueden usar modelos formales, la experiencia, la tradición o una combinación de los tres en la toma de sus decisiones. Los cálculos diferirán según la explotación agrícola y la estación, dependiendo de las condiciones agronómicas y comerciales predominantes.

En el contexto del mercado y las políticas predominantes, el precio que un agricultor recibe por un cultivo de biocombustibles depende principalmente del potencial de la energía del cultivo, los costos de conversión y de transporte, y el valor de los coproductos. Tal como se ha expuesto en el Capítulo 2, los cultivos difieren en su capacidad de energía física, que constituye una función del rendimiento de la materia prima para la biomasa por cada hectárea, y la eficiencia con la que la materia prima se convierte en biocombustible. Los rendimientos varían según el cultivo, dependiendo de los cultivares, las prácticas agronómicas, la calidad del suelo y el clima.

A nivel mundial, el rendimiento medio de los cultivos para las materias primas de etanol de primera generación oscila entre 1,3 toneladas por hectárea para el sorgo dulce y las 65 toneladas para la caña de azúcar (véase el Cuadro 2 en la página 18). De modo similar, la eficiencia de conversión oscila desde los 70 litros de etanol por tonelada para la caña de azúcar hasta los 430 litros para el arroz. En términos de intensidad de la tierra (litros/hectárea), la remolacha azucarera y la caña de azúcar son los cultivos de primera generación

más productivos. Sin embargo, la eficiencia económica puede variar notablemente, dado que los costos de producción varían ampliamente según el cultivo y la ubicación.

Se pueden usar modelos de presupuestación para evaluar el rendimiento financiero de las empresas elaboradoras de biocombustibles. Tiffany y Eidman (2003) calcularon el rendimiento de una planta de etanol con molido en seco en base a unas series de precios del maíz, el etanol, los subproductos, el gas natural y tasas de interés relativas a inversiones alternativas. En este modelo se constató que las plantas productoras de etanol habían experimentado una gran volatilidad en los ingresos netos durante la década anterior y que los ingresos netos eran muy sensibles a los cambios en los precios del maíz, el etanol y el gas natural. Estos cambios en los precios, juntamente con las variaciones de los rendimientos del etanol, podían así tener un efecto notable en los márgenes netos para las plantas de fabricación de etanol.

Yu y Tao (2008) proporcionan una simulación de tres proyectos de etanol en diferentes regiones de China, basados en materias primas distintas: la yuca, el trigo y el maíz. Los autores tomaron en consideración la variabilidad de los precios de la materia prima y del petróleo, y calcularon el valor neto actual (VNA) esperado y la tasa interna de rentabilidad (TIR) de las inversiones de los tres proyectos bajo una serie de hipótesis de precios. Los autores constataron que el proyecto de la mandioca tenía un VNA esperado positivo y un TIR que superaba el 12 por ciento en la mayoría de hipótesis y que, en consecuencia, era probable que fuera competitivo desde un punto económico, aunque con un 25 por ciento de posibilidad de generar una rentabilidad menos favorable. Los proyectos del maíz y el trigo tenían VNA muy bajos o incluso negativos y, en consecuencia, no serían económicamente viables sin subsidios. El rendimiento relativamente bajo de los proyectos del trigo y el maíz era atribuible principalmente a los costos más elevados de las materias primas, que superaban el 75 por ciento de los costos de producción totales.

La OCDE-FAO (2008) calculó los costos medios de producción de biodiésel en determinados países para materias primas alternativas, mostrados en la Figura 9. Los

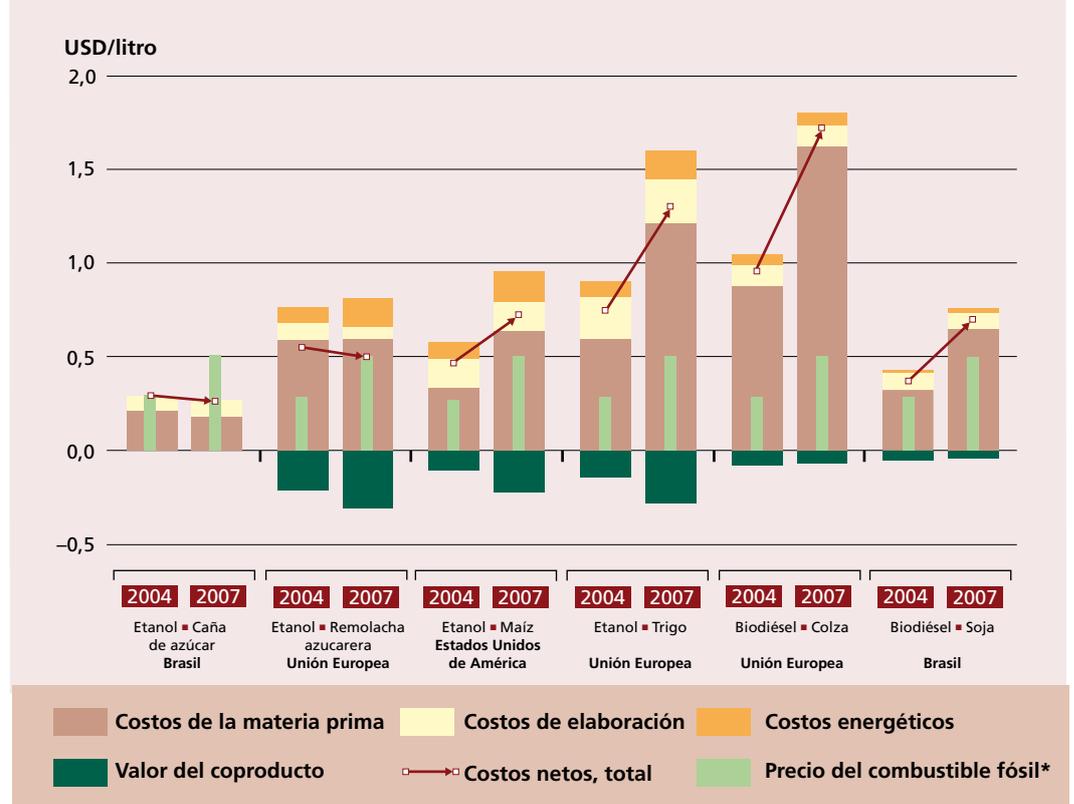
costos se desglosan por materia prima, costos de elaboración y de energía. El valor de los subproductos se ha descontado y los costos netos se indican en el gráfico mediante un punto cuadrado. El precio de mercado del combustible fósil de equivalencia más próxima (gasolina o diésel) se indica para cada combustible mediante una barra verde.

Con mucho, los costos totales más bajos son los del etanol brasileño fabricado a partir de caña de azúcar. En todos los casos para los que se aportan datos, las materias primas para la elaboración de los productos suponen la mayor parte de los costos totales. Los costos energéticos para la producción de etanol en Brasil son mínimos gracias a que el bagazo, el principal subproducto de la elaboración de la caña de azúcar, se quema para el combustible. En cambio, los productores de Europa y Estados Unidos de América habitualmente pagan por el combustible, pero venden los subproductos derivados de los procesos de producción del etanol y el biodiésel, normalmente para la alimentación animal.

Después de restar el valor de los subproductos, los costos de producción netos resultantes, en dólares por litro, también son más bajos para el etanol brasileño de caña de azúcar –el único biocombustible que mantiene regularmente sus precios por debajo de su combustible fósil equivalente–. El biodiésel brasileño elaborado con soja y el etanol estadounidense elaborado con maíz tienen los segundos costos de producción netos más bajos, aunque en ambos casos los costos superan el precio de mercado de los combustibles fósiles. Los costos de producción del biodiésel en Europa superan en más del doble a los del etanol brasileño, reflejando unos costos de materias primas y elaboración más elevados. Los costos de las materias primas para el maíz, el trigo, la colza y la soja crecieron drásticamente entre 2004 y 2007, y la rentabilidad futura dependerá de la forma en la que continúen evolucionando en relación con los precios del petróleo.

Un estudio de la FAO de 2006 calculó los puntos en los que el etanol procedente de materias primas y sistemas de producción agrícola diversos sería competitivo con los combustibles fósiles, tomando como referencia precios medios de las materias primas anteriores a 2006 (FAO, 2006a)

**FIGURA 9**  
**Costos de la producción de biocombustible en algunos países, 2004 y 2007**



\* Precio neto de la gasolina o del diésel en los mercados nacionales.

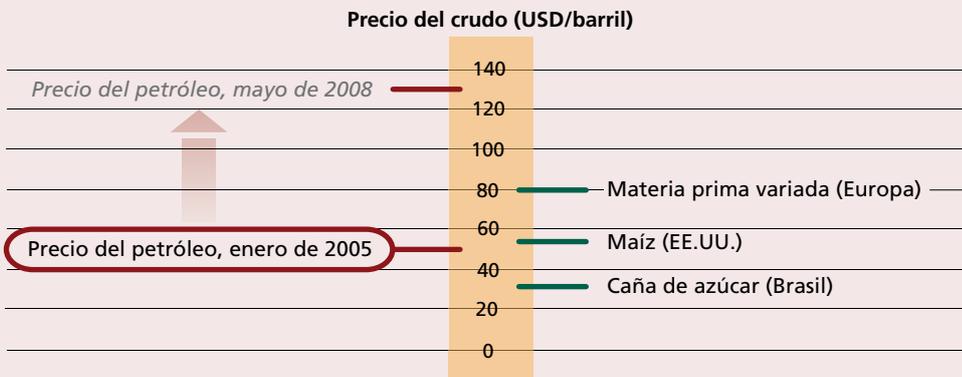
Fuente: OCDE-FAO, 2008.

(véase la Figura 10). Las conclusiones revelan una amplia diversidad en la capacidad de los diferentes sistemas para suministrar biocombustibles de forma competitiva y guarda coherencia con las conclusiones de la OCDE, que sostiene que la caña de azúcar resulta competitiva con precios del crudo mucho más bajos que otras materias primas y lugares de producción. Tomando en consideración los precios del maíz anteriores a 2006, el estudio consideró que el etanol de maíz estadounidense era competitivo con unos precios del crudo de alrededor de 58 USD por barril, aunque es importante tener en cuenta que este punto de equilibrio cambiará en la medida que se alteren los precios de las materias primas. De hecho, los aumentos drásticos de los precios del maíz (debido, en parte, a la demanda de biocombustibles) y las reducciones en los precios del azúcar que han tenido lugar desde que se realizó este estudio sugieren que la ventaja competitiva del etanol brasileño de caña de azúcar podría haber

aumentado en relación con el etanol de maíz de Estados Unidos de América.

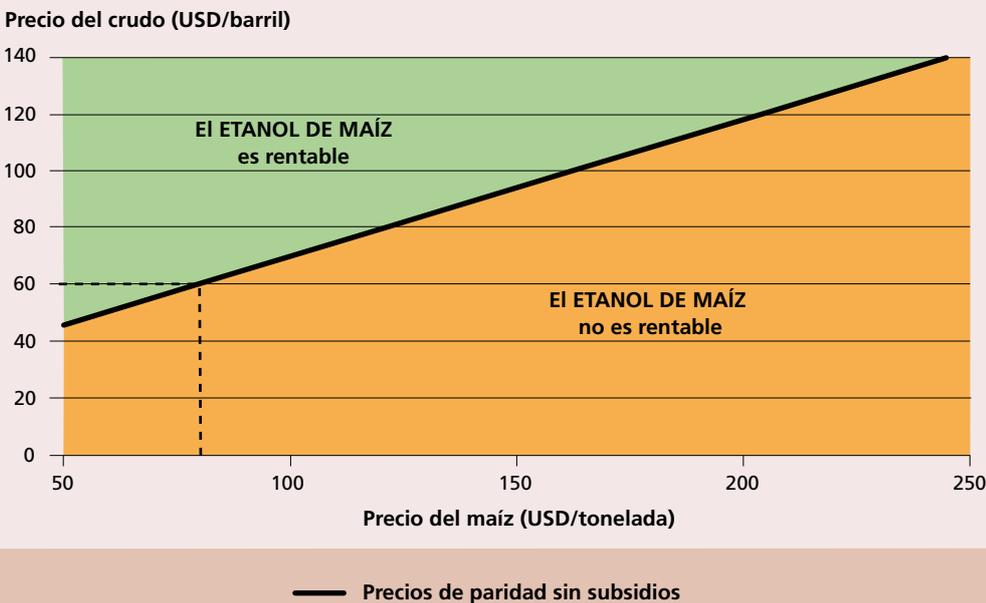
Tyner y Taheripour (2007) tomaron en consideración la naturaleza dinámica de los precios de los productos básicos y calcularon los puntos de equilibrio –sin desgravaciones e incentivos fiscales– para diversas combinaciones de precios del crudo y del etanol de maíz en los Estados Unidos de América, con las tecnologías existentes (Figura 11). Su análisis de una única materia prima revela la importancia de los precios relativos de las materias primas y el crudo para la viabilidad económica del sistema. Por ejemplo, con un precio del crudo de 60,00 USD por barril, los fabricantes de etanol podrían pagar hasta 79,52 USD por tonelada para el maíz y continuarían siendo rentables. De forma idéntica, con un precio del crudo de 100 USD por barril, los fabricantes podrían pagar hasta 162,98 por tonelada. La línea negra representa los diversos precios de paridad o puntos de equilibrio para el etanol de maíz estadounidense. En las combinaciones de

**FIGURA 10**  
Precios de rentabilidad mínima para el crudo y algunas materias primas en 2005



Fuente: Basado en datos de la FAO, 2006a.

**FIGURA 11**  
Precios de rentabilidad mínima para el maíz y el crudo en los Estados Unidos de América



Fuente: Basado en Tyner y Taheripour, 2007.

precios situadas encima y a la izquierda de la línea de precios de paridad, el etanol de maíz es rentable; con precios del crudo inferiores o precios del maíz superiores (combinaciones por debajo y a la derecha de la línea continua), el etanol de maíz deja de ser rentable.

Unos estudios similares podrían realizarse para otras materias primas y lugares

de producción. Los resultados variarán de acuerdo con la eficiencia técnica de la producción de materias primas y la conversión del biocombustible en cada situación determinada. La línea de precios de paridad para los productores con costos de producción inferiores cortaría el eje vertical en el punto más bajo.

#### RECUADRO 4

#### Políticas sobre biocombustibles en los Estados Unidos de América

Actualmente en los Estados Unidos de América la producción de etanol a partir de maíz constituye la mayor parte de las producciones de biocombustibles con un volumen de producción de 30 000 millones de litros en 2007; el segundo lugar lo ocupan los biocombustibles derivados de la soja, cuya producción alcanzó los 2 000 millones de litros el mismo año. Además, se están dedicando considerables recursos financieros al desarrollo y la aplicación de tecnologías de producción de biocombustibles de nueva generación.

En la actualidad, se está aplicando toda una serie de políticas cuyo objetivo es fomentar el uso de la bioenergía: la Ley de política energética de 2005, la Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007, el Proyecto de Ley agrícola de 2002 y la Ley de investigación y desarrollo de la biomasa del año 2000. Muchas de estas políticas afectan a la producción de biocombustibles líquidos para el transporte.

La Ley del impuesto sobre la energía de 1978, aplicada durante la presidencia de Carter y tras la crisis provocada por los precios del petróleo de la década de 1970, representó el punto de partida para los incentivos financieros en la producción de biocombustibles. Este decreto otorgaba una exención de impuestos sobre la venta de mezclas de combustibles alcohólicos de un 100 por ciento del impuesto sobre la gasolina, que en aquel entonces era de 4 centavos el galón. Más recientemente, la

Ley de creación de empleo de los Estados Unidos de 2004 instauró la bonificación fiscal del impuesto sobre las ventas de etanol volumétrico, de 51 centavos por galón de etanol dirigida a mezcladores y minoristas. La Ley de política energética de 2005 amplió la bonificación fiscal para que se incluyera también el biodiésel y la prolongó hasta 2010. Según este decreto, a los productores de biodiésel que utilizan materias primas agrícolas se les otorga una bonificación fiscal equivalente a 1 USD por galón, mientras que a los que utilizan aceites usados reciben sólo 0,50 USD por galón. Además, algunos estados ofrecen algún tipo de exención de impuestos sobre las ventas. El decreto relativo a la bonificación fiscal es válido para todos los biocombustibles, independientemente de su país de origen. Sin embargo, sobre el etanol de importación se ha impuesto un arancel *ad valorem* de 0,54 USD por galón y un 2,5 por ciento.

Por otra parte, la Ley de política energética de 2005 también fijó objetivos cuantitativos para los combustibles renovables. Por ejemplo, estableció las Normas para combustibles renovables que resolvían que en el año 2012 el volumen de venta de gasolina para motores en los Estados Unidos de América debía alcanzar los 7 500 millones de galones (1 galón = 3,785 litros) y que, a partir de ese año, debía mantenerse dicha cantidad. Además, algunos estados han aplicado, o planean aplicar, su propia normativa en

La inclinación de la línea del precio de paridad dependería de la facilidad con la que los productores pudiesen ampliar la producción de materias primas y la elaboración de biocombustibles en respuesta a los cambios de precios. La línea de precios de paridad del país también podría desplazarse con el tiempo como respuesta a los avances tecnológicos, las mejoras en las infraestructuras o las innovaciones institucionales.

Tyner y Taheripour (2007) también tomaron en consideración la influencia que las

intervenciones en materia normativa ejercen en la viabilidad económica. Los autores estimaron que las Normas para combustibles renovables, las desgravaciones fiscales y las barreras arancelarias de los Estados Unidos de América (véase el Recuadro 4 sobre las políticas relativas a los biocombustibles en los Estados Unidos de América) representan una subvención combinada de aproximadamente 1,60 USD por bushel (63,00 USD por tonelada) para el maíz usado en la producción de etanol. La Figura 12 muestra los precios correspondientes al umbral de rentabilidad

materia de biocombustibles renovables. Este decreto, además, aportó más de 500 millones de USD para continuar financiando el denominado Programa de biomasa. Los objetivos de este programa consisten en fomentar el uso de la biotecnología y otros métodos nuevos para generar biocombustibles obtenidos a partir de materias primas celulósicas y que sean competitivos en función de los costos con la gasolina y el diésel; aumentar la producción de bioproductos que reduzcan el uso de combustibles fósiles en las fábricas; y finalmente demostrar la aplicación comercial de las biorrefinerías integradas que usan materias primas celulósicas para producir biocombustibles de transporte líquidos, sustancias químicas de alto valor, electricidad y calor.

La Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007 fijó unos objetivos cuantitativos más ambiciosos. En particular estipuló que en el año 2008, 9 000 millones de galones del total de combustibles deberían ser de origen renovable y que a partir de entonces debería producirse un incremento progresivo de dicha cantidad hasta llegar a los 36 000 millones de galones en 2022. De estos últimos, 21 000 millones deberán proceder de nuevos combustibles (desglosados en 16 000 millones de origen celulósico y los 5 000 millones restantes de origen no diferenciado).

Desde el punto de vista de las ayudas, la Ley de independencia y seguridad

energéticas de 2007 concederá 500 millones de USD anuales todos los años fiscales comprendidos entre 2008 y 2015 que se destinarán a la producción de nuevos biocombustibles que reduzcan el ciclo vital de las emisiones de gases de efecto invernadero por lo menos en un 80 por ciento con respecto a los combustibles que se usan actualmente. Asimismo se ha previsto un programa de concesión de 200 millones de USD para la instalación de infraestructuras de reabastecimiento de etanol-85.

Con el fin de promover los beneficios del uso y la producción de biocombustibles, el Proyecto de Ley agrícola de 2002 incluyó varias disposiciones para fomentar el desarrollo de las biorrefinerías, proporcionar incentivos a los productores de materias primas y llevar a cabo programas de enseñanza destinados a los agricultores, a las autoridades locales y a la sociedad civil. El Proyecto de Ley agrícola de 2007, aprobado en el Congreso en mayo de 2008, redujo la bonificación fiscal para el etanol producido a partir de maíz de 51 a 45 centavos por galón e introdujo una bonificación fiscal de 1,01 USD por galón para el etanol producido a partir de celulosa.

*Fuentes:* Datos extraídos de GBEP, 2007, e información proporcionada por USDA, 2008a y RFA, 2008.

del maíz con diversos precios del crudo, teniendo en cuenta el contenido energético del etanol e incluyendo también el valor de las subvenciones existentes. La línea roja toma en consideración el valor de las obligaciones de consumo y las subvenciones para el etanol en los Estados Unidos de América. Esta línea se sitúa por debajo y a la derecha de la línea negra, indicando que, para un determinado precio del crudo, los fabricantes de etanol pueden pagar un precio mayor para el maíz y siguen siendo rentables. El valor de los imperativos legales

y las subvenciones provoca un aumento del precio correspondiente al umbral de rentabilidad del maíz en aproximadamente 63 USD por tonelada en cualquier nivel de precios del petróleo. Tal como se ha indicado arriba, para un precio del crudo de 60 USD por barril, el etanol de maíz sería competitivo desde un punto de vista energético, en tanto en cuanto el precio del mercado para el maíz permaneciese por debajo de 79,52 USD por tonelada, pero las subvenciones permiten a los fabricantes pagar hasta 142,51 USD por tonelada y continuar siendo rentables.

#### RECUADRO 5

#### Políticas sobre biocombustibles en la Unión Europea

Durante los últimos diez años, la producción y el uso de biocombustibles en la Unión Europea (UE) ha aumentado considerablemente. En 2007 se produjeron 9 000 millones de litros, en su mayoría biodiésel (6 000 millones de litros). El sector ha experimentado un crecimiento muy rápido; Alemania genera más de la mitad de la producción de biodiésel en la UE. La colza es la principal materia prima que se utiliza (alrededor del 80 por ciento), junto con el aceite de girasol y el de soja que componen el resto. La industria de la UE ha ido más despacio a la hora de invertir en la producción de etanol, que consistió en un total de 3 000 millones de litros en 2007. La remolacha azucarera y los cereales son las materias primas fundamentales del etanol.

La legislación de la UE sobre biocombustibles se basa en tres Directivas principales. La Directiva 2003/30/CE, para promover un mercado de biocombustibles en la UE, constituye el primer pilar. Con el fin de incentivar el uso de biocombustibles, en competencia con combustibles fósiles menos costosos, la Directiva establece un «objetivo de referencia» voluntario del 2 por ciento del consumo de biocombustibles para 2005 (basándose en el contenido energético) y del 5,75 por ciento para el

31 de diciembre de 2010. Ésta obliga a los Estados miembros a establecer objetivos nacionales indicativos de la proporción de biocombustibles, siguiendo la línea de los porcentajes de referencia de la Directiva, si bien los Estados miembros son libres de escoger su propia estrategia para cumplir dichos objetivos.

El segundo pilar es la Directiva 2003/96/CE, que permite aplicar incentivos fiscales para los biocombustibles. Debido a que la tributación no está dentro de la esfera de acción de la Comunidad Europea, cada Estado miembro es libre de decidir el nivel de tributación en biocombustibles y combustibles fósiles. Sin embargo, dichas exenciones de impuestos se consideran una ayuda del Estado al medio ambiente y, por lo tanto, para que los Estados miembros puedan aplicarlas necesitan la autorización de la Comisión con el fin de evitar distorsiones indebidas de la competencia.

El tercer pilar de la legislación sobre biocombustibles de la UE atañe a las especificaciones medioambientales para combustibles señaladas en la Directiva 98/70/CE, modificada por la Directiva 2003/17/CE. La Directiva especifica un límite del 5 por ciento sobre la mezcla de etanol por razones medioambientales. La Comisión de la UE ha propuesto una

La Figura 13 superpone los precios mensuales del maíz y el crudo observados desde junio de 2003 hasta abril de 2008 sobre las líneas de precios de paridad de Tyner y Taheripour. Los puntos de datos muestran que la relación de precios entre el maíz y el crudo se sitúa generalmente a la derecha de la línea continua, indicando que el precio del maíz es mayor que el punto de equilibrio para el etanol y que el etanol estadounidense producido a partir de maíz no puede competir sin subvenciones con los combustibles fósiles. Normalmente, los pares de precios se hallan entre las dos líneas e indican que frecuentemente, aunque no siempre, las subvenciones son suficientes para lograr que el etanol de maíz sea competitivo.

Observando los datos a lo largo del tiempo se constata una relación escalonada, en la que el precio del crudo parece impulsar los precios del maíz a medida que aumenta la producción de etanol. Hasta mediados de 2004, los precios del crudo eran tan bajos que el maíz no podía competir como materia prima del etanol, incluso con las subvenciones existentes. Los precios del crudo empezaron a aumentar a mediados de 2004, en un momento en el que los precios del maíz todavía eran bastante bajos. Hasta comienzos de 2005, los precios del crudo habían superado los 60 USD por barril y el maíz era prácticamente competitivo incluso sin subvenciones. La Ley de Política Energética de Estados Unidos de 2005 estableció las

modificación que considere una mezcla del 10 por ciento para el etanol.

También se ha introducido el apoyo a la bioenergía como parte de la Política Agrícola Común, especialmente tras su reforma en 2003. Al separar los pagos a los agricultores de los cultivos específicos que producen, la reforma les permitió aprovechar tanto las oportunidades del nuevo mercado como las ofrecidas por los biocombustibles. Se dispone de una ayuda especial de 45 EUR por hectárea para los cultivos energéticos sobre tierra en barbecho (zonas destinadas al cultivo de productos alimenticios tradicionales). Además, mientras los agricultores no puedan cultivar alimentos sobre la tierra en barbecho, tienen la posibilidad de utilizar este suelo para cultivos de productos no alimenticios, como los biocombustibles, y tienen derecho a recibir pagos compensatorios por hectárea.

La nueva política sobre el desarrollo rural de la UE ha fomentado el respaldo a la bioenergía con medidas de apoyo para las energías renovables, como son las subvenciones y los costos de capital para impulsar la producción de biomasa.

En marzo de 2007, el Consejo Europeo, basándose en la comunicación de la Comisión titulada *Una política energética para Europa*, refrendó un objetivo

vinculante según el cual para 2020 un 20 por ciento del consumo energético general de la UE debería consistir en energías renovables, así como un objetivo vinculante mínimo para el mismo año de un 10 por ciento de los biocombustibles en el consumo general de diésel y petróleo de la UE para el transporte. Este último objetivo depende de la producción sostenible, los biocombustibles de segunda generación, que pasan a ser comercialmente disponibles, y de la Directiva sobre la calidad de los combustibles, que fue modificada para favorecer los niveles de mezcla adecuados (Consejo de la Unión Europea, 2007). El 23 de enero de 2008 la Comisión Europea propuso al Consejo y al Parlamento Europeo una Directiva sobre energías renovables que contenía los dos objetivos y los criterios de sostenibilidad para biocombustibles.

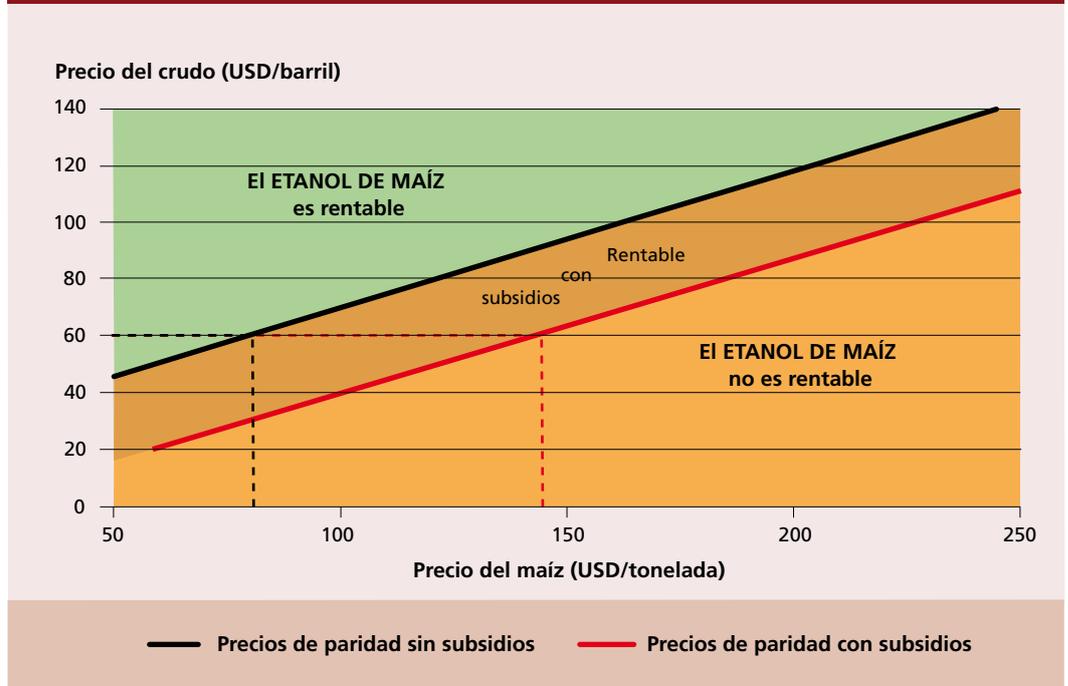
Fuentes: Basado en GBEP, 2007, y en información extraída del sitio Web de la Comisión Europea.

Normas para combustibles renovables a partir de 4 000 millones de galones en 2006, aumentando hasta 7 500 millones en 2012. Como consecuencia, se construyeron a toda prisa plantas de producción de etanol, y la demanda de maíz como materia prima para elaborar etanol creció rápidamente. El precio del maíz aumentó constantemente durante 2006, en parte como respuesta a la demanda de etanol, aunque también influyeron otros factores del mercado, mientras que el precio del crudo permaneció cercano a los 60 USD por barril. La competitividad del maíz como materia prima para el etanol cayó considerablemente a pesar de las subvenciones, y muchas plantas de producción de etanol empezaron

a operar con pérdidas. Los precios del crudo comenzaron a aumentar de nuevo de forma considerable a mediados de 2007, alcanzando los 135 USD por barril a mediados de 2008. De este modo, el maíz recuperó su competitividad, aunque con subvenciones, a partir de mediados del 2007<sup>7</sup>. Las propias políticas relativas a los biocombustibles influyen en el precio de los productos agrícolas y, por consiguiente,

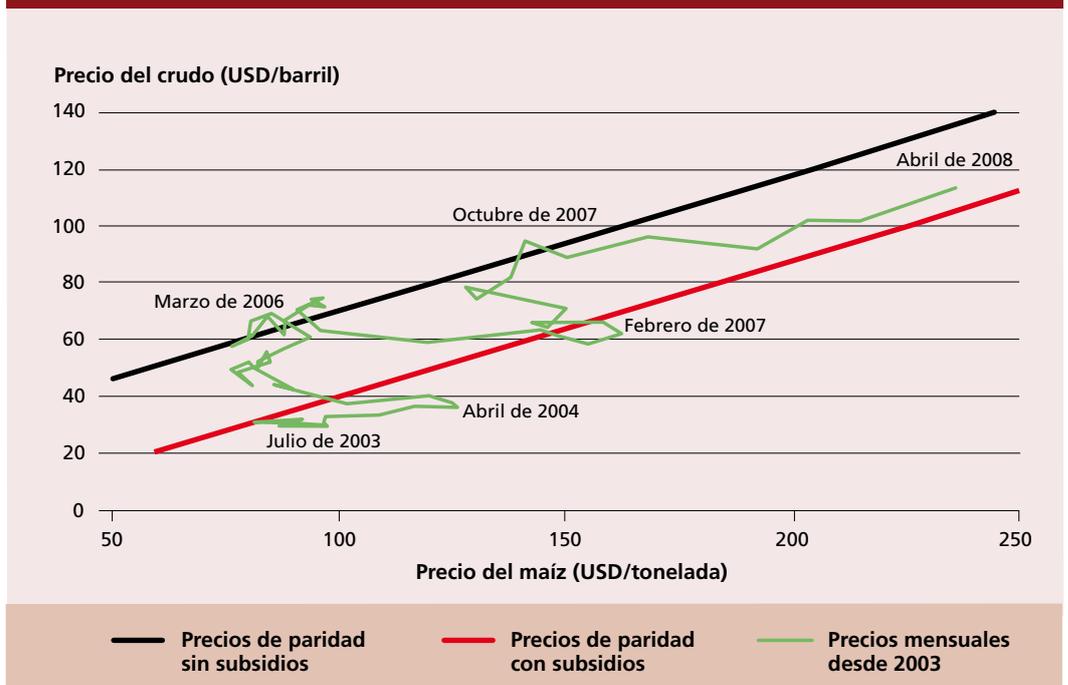
<sup>7</sup> Un factor adicional que ha estimulado la demanda de etanol en los Estados Unidos de América ha sido la prohibición en California –efectiva desde enero de 2004– del uso del éter metílico de tert-butilo (EMTB). El EMTB es un aditivo de la gasolina usado para mejorar la combustión limpia de los motores, con supuestos efectos adversos en la calidad del agua, que puede ser sustituido por etanol.

**FIGURA 12**  
Precios de rentabilidad mínima para el maíz y el crudo con y sin subsidios



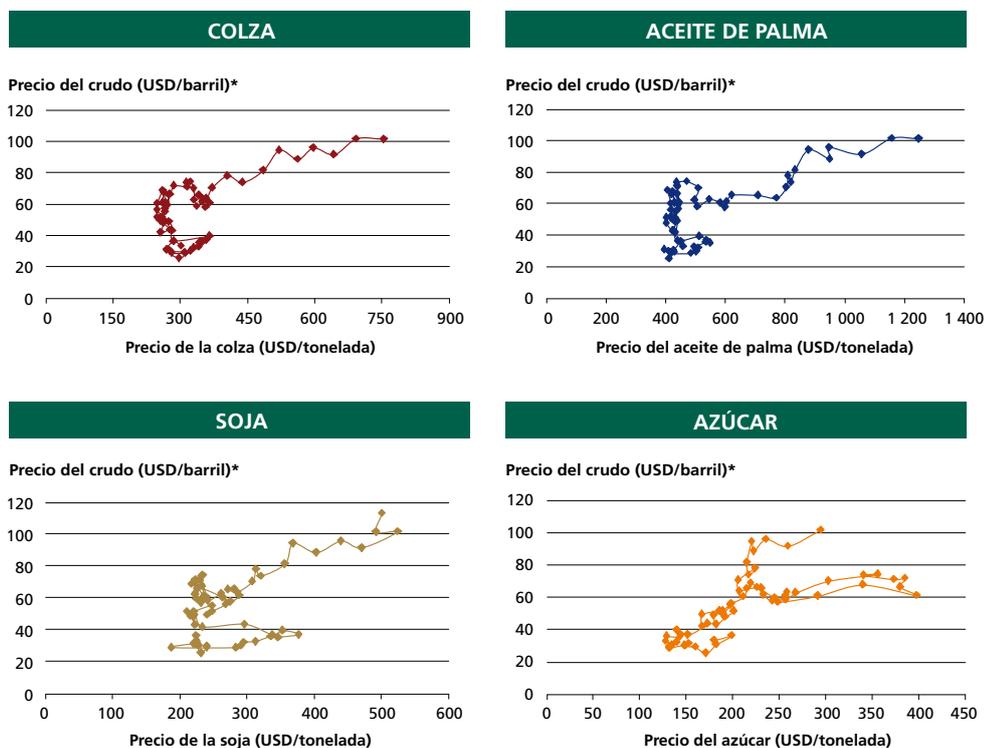
Fuente: Basado en Tyner y Taheripour, 2007.

**FIGURA 13**  
Precios de rentabilidad mínima y precios observados del maíz y del crudo, 2003-08



Fuentes: Adaptado de Tyner y Taheripour, 2007. Precios del crudo: Brent crudo, Cámara de Comercio de Chicago (USD/barril). Precios del maíz: amarillo EE.UU. N° 2, Cámara de Comercio de Chicago (USD/tonelada). Precios descargados el 10 de junio de 2008 del sitio Web del Commodity Research Bureau (<http://www.crbrtrader.com/crbindex/>).

**FIGURA 14**  
**Relaciones de los precios entre el crudo y otras materias primas de los biocombustibles, 2003-08**



\*Precios mensuales desde 2003.

Fuentes: Precios del crudo: Brent crudo, Cámara de Comercio de Chicago (USD/barril), descargados el 10 de junio de 2008 del sitio Web del Commodity Research Bureau (<http://www.crbrtrader.com/crbindex/>). Los precios de los productos básicos provienen de la base internacional de datos de los precios de los productos básicos de la FAO.

determinan en parte su competitividad como materias primas para la producción de biocombustibles. La función de las políticas en la configuración de los mercados de biocombustibles se estudia de forma más extensa en el Capítulo 4.

El análisis sugiere que, con la tecnología actual, el etanol de maíz estadounidense en contadas ocasiones alcanzará la viabilidad comercial antes de que el precio del maíz aumente hasta el punto de perder su competitividad como materia prima. Los actuales subsidios y barreras comerciales compensan parcialmente esta desventaja, aunque no garantizan la competitividad.

Asimismo, el análisis muestra el vínculo estrecho entre los precios del crudo y los precios de las materias primas agrícolas. El modelo expuesto es coherente con el

argumento presentado al comienzo de este capítulo, que sostiene que, dado que los mercados energéticos son de mayor tamaño en comparación con los mercados agrícolas, los precios del crudo impulsan los precios agrícolas. Además, el análisis subraya la función desempeñada por las políticas de ayuda gubernamentales en la configuración de la relación entre los precios de los dos sectores.

Aunque no se haya realizado un análisis similar del punto de equilibrio para otros países y otras materias primas destinadas a la producción de biocombustibles, un examen de los pares de precios del crudo y los productos básicos sugiere que existen modelos similares para la mayoría de materias primas. La Figura 14 muestra los pares de precios mensuales para el petróleo y la colza, el aceite de palma, la soja y el

azúcar. Con excepción del azúcar, todos los productos demuestran el mismo modelo general que ofrece el maíz en relación con los precios del petróleo. En cambio, los precios del azúcar han estado bajando en los últimos años, ayudando a mejorar la rentabilidad de la caña de azúcar como materia prima para producir etanol.

### Mensajes fundamentales del capítulo

- Los biocombustibles líquidos, como por ejemplo el etanol y el biodiésel, compiten directamente con la gasolina y el diésel derivados del petróleo. Dado que los mercados energéticos tienen un mayor tamaño que los agrícolas, los precios de la energía tenderán a impulsar los precios de los biocombustibles y sus materias primas agrícolas.
- Asimismo, las materias primas para la generación de biocombustibles compiten por los recursos productivos con otros cultivos agrícolas; en consecuencia, los precios de la energía tenderán a influir en los precios de todos los productos agrícolas que dependen de la misma base de recursos. Por la misma razón, producir biocombustibles a partir de cultivos no alimentarios de ninguna manera supondrá eliminar necesariamente la competencia entre los alimentos y los combustibles.
- Con las tecnologías actuales, la competitividad de los biocombustibles dependerá de los precios relativos de las materias primas agrícolas y los combustibles fósiles. La relación diferirá según los cultivos, los países, los lugares y las tecnologías empleadas en la producción de biocombustibles.
- Con la importante excepción del etanol producido a partir de la caña de azúcar en el Brasil, que tiene los costos de producción más bajos entre los países que producen biocombustibles a gran escala, en general, los biocombustibles, no pueden competir sin subsidios con los combustibles fósiles, incluso con los elevados precios del crudo de la actualidad. Sin embargo, la competitividad puede cambiar en consonancia con las modificaciones de los precios de las materias primas y la energía, y el desarrollo de la tecnología. En la competitividad influyen también directamente las políticas aplicadas.
- El desarrollo de los biocombustibles en los países de la OCDE ha sido fomentado y apoyado por los gobiernos a través de un amplio conjunto de instrumentos normativos; asimismo, un creciente número de países en desarrollo está empezando a introducir políticas para promover los biocombustibles. Los instrumentos normativos comunes incluyen las mezclas obligatorias de biocombustibles con combustibles basados en el petróleo, las subvenciones a la producción y la distribución y los incentivos fiscales. También se usan de forma generalizada barreras arancelarias para los biocombustibles, con el fin de proteger a los productores locales. Estas políticas han afectado decisivamente a la rentabilidad de la producción de biocombustibles, que en muchos casos no habría tenido, de otra manera, viabilidad comercial.
- Los principales factores que han impulsado las ayudas gubernamentales al sector han sido las preocupaciones acerca del cambio climático y la seguridad energética, así como el deseo de ayudar al sector agrícola mediante el aumento de la demanda de productos. Aunque las políticas relativas a los biocombustibles aparentemente se hayan mostrado eficaces para ayudar a los agricultores locales, cada vez son más los estudios que analizan su eficacia para alcanzar los objetivos relativos al cambio climático y a la seguridad energética.
- En la mayoría de casos, estas políticas han sido costosas y han tendido a introducir nuevas distorsiones, tanto a nivel local como mundial, en los mercados agrícolas, que ya de por sí están sometidos a fuertes alteraciones y a un elevado nivel de protección. De esta forma, no se ha tendido a favorecer una pauta internacional de producción eficiente tanto para los biocombustibles como para las materias primas destinadas a la generación de biocombustibles.