

*Pedro Antonio Merino García\**

*María Teresa Nonay Domingo\*\**

## DESCRIPCIÓN, EVOLUCIÓN Y RETOS DEL SECTOR DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

En una economía donde el transporte está dominado por combustibles derivados del petróleo, los autores reflexionan sobre el estado actual y perspectivas futuras de los biocombustibles.

Se abordan varios aspectos del sector, desde producción e inversión mundiales hasta la sostenibilidad, avance tecnológico y la necesidad de apoyo público. Todos ellos condicionarán su posible desarrollo futuro.

**Palabras clave:** biocombustibles, sostenibilidad, medioambiente, seguridad energética.

**Clasificación JEL:** F18, L97.

### 1. Introducción

Los combustibles derivados del petróleo dominan y continuarán dominando en los próximos años el mercado de los combustibles usados en el sector transporte. Sin embargo, la creciente preocupación mundial por cuestiones medioambientales, de seguridad energética y de desarrollo del medio rural, ha propiciado que el sector de los biocombustibles haya experimentado un gran auge en los últimos años como una alternativa a los combustibles derivados del petróleo en el sector transporte.

A pesar de este gran auge, la evolución futura del sector dependerá de si la producción de biocombustibles es o no sostenible en el largo plazo. En este aspecto, se plantean interrogantes que tienen que ver con las repercusiones sociales, económicas y ambientales de dicha producción. Así, los factores relacionados con la seguridad alimentaria (la competencia por la tierra y el impacto sobre el

precio de los alimentos); la sostenibilidad económica (los costes de producción y el umbral de rentabilidad frente al crudo); el impacto ambiental; y el apoyo de los Gobiernos al sector, serán determinantes para la expansión de los biocombustibles.

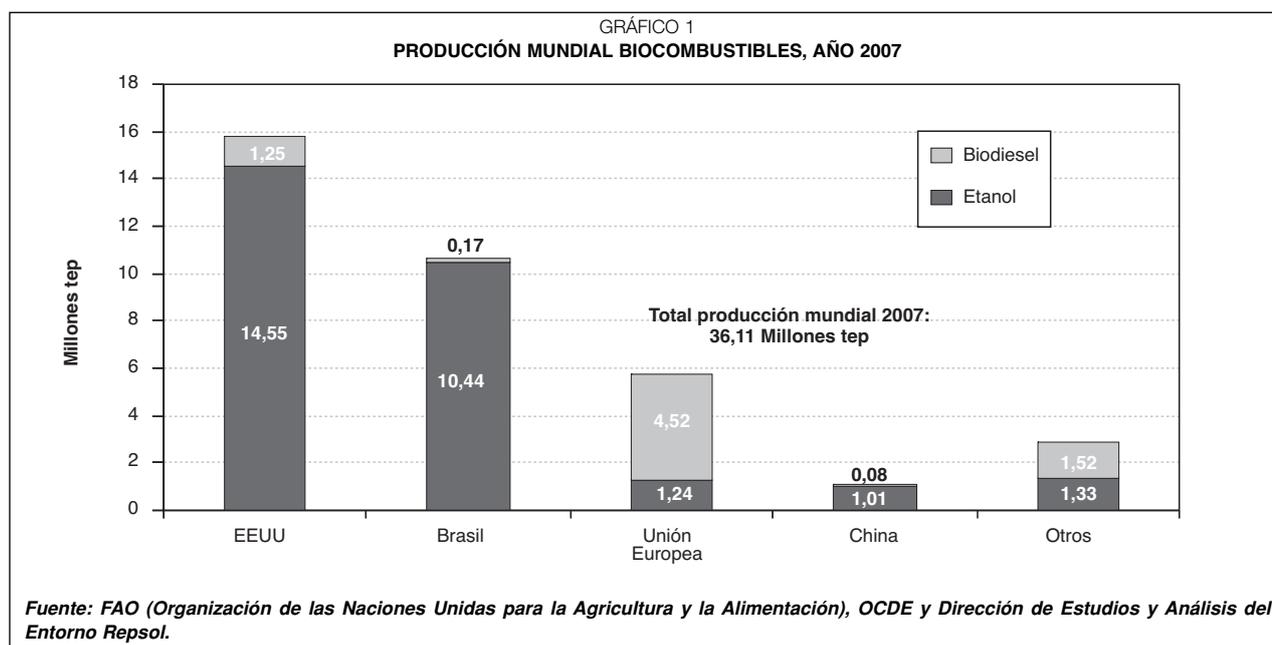
En este artículo se analiza la situación actual y futura del sector, planteándose las cuestiones e interrogantes existentes sobre sostenibilidad. En concreto, el artículo se estructura en siete apartados que abarcan las siguientes cuestiones:

1. Producción e inversión mundiales en el sector.
2. Competencia por el terreno cultivable.
3. Impacto sobre el precio de los alimentos.
4. Impacto ambiental: emisiones de gases de efecto invernadero.
5. Impacto ambiental: el agua.
6. La sostenibilidad económica y la necesidad de apoyo gubernamental.
7. Las obligaciones de consumo. Los mandatos gubernamentales.

Por último se incluyen unas conclusiones. ▷

\* Técnico Comercial y Economista del Estado.

\*\* Ingeniero Industrial.



## 2. Producción e inversión mundiales en biocombustibles

El sector de los biocombustibles ha crecido a un ritmo anual del 15 por 100 desde el año 2000. Sin embargo, desde el punto de vista cuantitativo los biocombustibles desempeñan sólo un papel marginal en el sector transporte. Algunas previsiones optimistas contemplan que su participación en el consumo total de combustibles se incremente desde el 1 por 100 en 2007 al 7 por 100 en 2020. Pero otros organismos de referencia energética internacional presentan previsiones más moderadas; por ejemplo, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) estima que esta participación será del 5 por 100 en el año 2030.

El crecimiento futuro del sector se apoyará en el crecimiento de la demanda y de la producción de etanol de Estados Unidos (producción a partir de maíz), y en Brasil (producción a partir de caña de azúcar). Estos dos países son los mayores productores de biocombustibles a escala mundial. En 2007 representaron conjuntamente más del 73 por 100 de la producción mundial de biodiesel y etanol.

Las materias primas agrícolas continuarán siendo la base de la producción de biocombustibles en la próxima década, dados los obstáculos técnicos y

económicos que actualmente limitan la producción y comercialización de los combustibles de segunda generación, obtenibles a partir de materias primas alternativas. Ni el etanol de segunda generación producido a partir de celulosa, ni el BtL (*Biomass-to-Liquids*) procedente de biomasa serán económicamente viables a gran escala antes del año 2020. Sin embargo, habrá plantas de biocombustibles de segunda generación operativas en la próxima década.

En el año 2006 la inversión total en el sector a escala mundial fue de 18.460 millones de dólares, el 26 por 100 de la inversión global en energías renovables y bajas en carbono. Según la AIE, en el periodo 2007-2030 se invertirán en el sector unos 200.000 millones de dólares, cerca del 1 por 100 de la inversión total mundial prevista en infraestructura de suministro energético para ese periodo.

## 3. Competencia por el terreno cultivable

La producción a gran escala de biocombustibles supone necesidades considerables de tierra para la producción de materias primas. Según las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la AIE, estas necesidades se incrementarán desde el 1 por ▷

100 de la superficie mundial cultivable en 2004 hasta entre el 3 por 100 y el 4 por 100 en 2050.

En el caso de Norteamérica, la superficie cultivable para biocombustibles debería incrementarse desde cerca del 2 por 100 de la superficie total cultivable en 2004 hasta el 9-10 por 100 en el largo plazo; y en el caso de Europa, desde el 1,2 por 100 hasta el 14-15 por 100. Por su parte, en Latinoamérica debería producirse un incremento desde el 0,9 por 100 hasta el 3-3,5 por 100.

Estos porcentajes representan un aumento considerable en relación con la superficie cultivable utilizada en la actualidad, el cual es difícil de alcanzar en algunos casos dado que no todas las regiones cuentan con la misma capacidad para expandir su superficie cultivable. Este hecho puede llevar a que las expansiones se concentren en ciertas áreas, lo que a su vez podría provocar el desplazamiento regional de ciertos cultivos, forzando el incremento del comercio interregional de materias primas y afectando al precio de las mismas.

En este aspecto, según los datos de la FAO, Latinoamérica, dentro de la cual destaca Argentina con un importante potencial para extender el terreno destinado a la producción de soja para biodiesel, es la región con mayor potencial para la expansión de terreno cultivable. Sin embargo, otras regiones como Europa se verían obligadas a incrementar sus importaciones de materias primas (por ejemplo de colza y aceites vegetales desde Rusia y Ucrania).

#### 4. Impacto sobre el precio de los alimentos

El importante incremento de los precios de las materias primas experimentado en 2008<sup>1</sup> se produjo en un contexto económico caracterizado por un crecimiento mundial boyante acompañado de unas condiciones financieras muy laxas y una inflación moderada, que precedió a la crisis en la cual nos encontramos inmersos en la actualidad.

<sup>1</sup> En enero de 2008, los precios del maíz, el trigo o la soja se duplicaron con respecto a enero de 2006, alcanzando máximos históricos en los meses de junio y julio.

No hay consenso acerca de hasta qué punto los biocombustibles pueden forzar al alza el precio de los alimentos (y lo forzaron durante los tres primeros trimestres de 2008), y hasta qué punto podrán poner en peligro la seguridad alimentaria. Mientras que para el Consejo de Asesores Económicos de Estados Unidos (CEA), la contribución de los biocombustibles al incremento del precio de las *commodities* agrícolas es sólo del 3 por 100, para la OCDE esta contribución es cinco veces mayor, del 15 por 100.

Sin embargo, en cualquier caso, lo cierto es que el precio de los alimentos se ve afectado por el mayor requerimiento de materias primas comestibles por parte del sector de los biocombustibles.

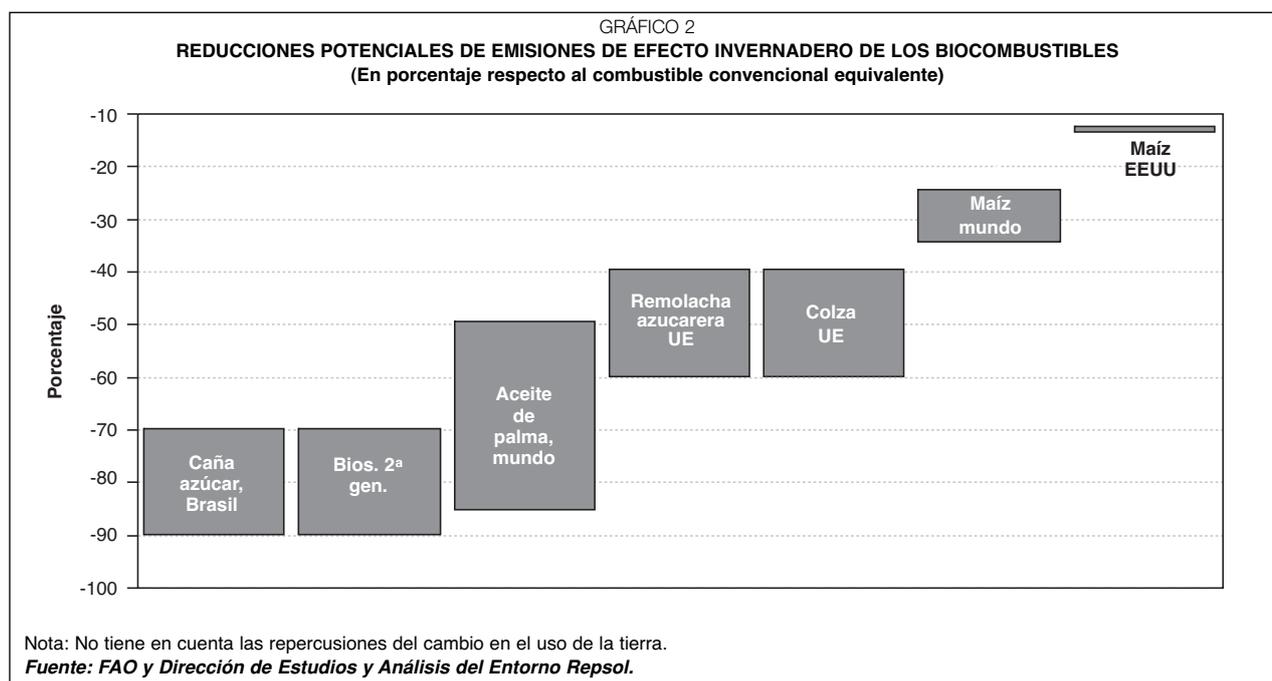
#### 5. Impacto ambiental: emisiones de gases de efecto invernadero

Los biocombustibles compensan el CO<sub>2</sub> que emiten a la atmósfera en su fabricación y transporte, con el CO<sub>2</sub> que absorben los cultivos de las materias primas con las cuales se elaboran. Así, la producción de biocombustibles provoca, en principio, menores emisiones que la producción de combustibles derivados del petróleo.

Sin embargo, la mayor parte de los análisis que sostienen esta idea se basan en balances *well to wheels* (del pozo a la rueda) o de «ciclo de vida», que no tienen en cuenta las emisiones originadas por el cambio del uso de la tierra. Estas emisiones son muy difíciles de cuantificar y de hecho existen pocos estudios al respecto; pero si se tuvieran en consideración en los balances, podrían provocar un resultado neto positivo de emisiones cientos de veces superior al ahorro generado por la absorción de CO<sub>2</sub> de los cultivos.

Por ejemplo, mientras que el maíz destinado a la producción de etanol puede generar un ahorro de emisiones de 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea al año, algunos estudios reconocidos por la FAO<sup>2</sup> es-▷

<sup>2</sup> FARGIONE *et al.* (2008), THE ROYAL SOCIETY (2008); SEAR-CHINGER (2008).



timan que la conversión de pastizales para producir este cultivo puede emitir unas 300 toneladas por hectárea; y la conversión de tierras forestales, entre 600 y 1000 toneladas por hectárea.

Sin tener en cuenta las emisiones debidas al cambio del uso de la tierra, el biodiesel producido a partir de colza en Europa reduce las emisiones de un 40 por 100 a un 60 por 100 frente al diesel convencional. Mientras, el etanol producido con caña de azúcar en Brasil presenta una reducción de entre el 70 por 100 y el 90 por 100 respecto a la gasolina.

Por otra parte, más del 40 por 100 de la producción total mundial de biocombustibles, la producción de etanol a partir de maíz en Estados Unidos, no presenta una reducción de emisiones significativa: apenas un 12 por 100 respecto a la producción de gasolina convencional.

## 6. Impacto ambiental: el agua

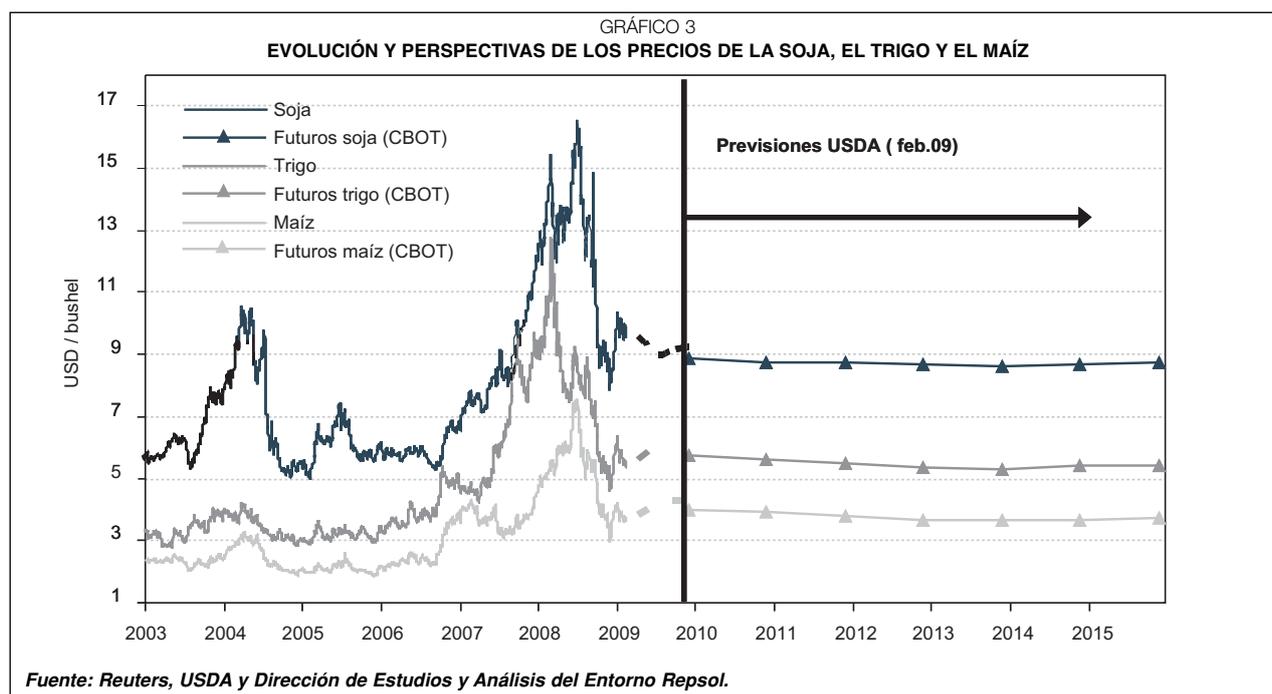
La limitación de agua podría ser un factor determinante para la expansión del sector. En la actualidad, los biocombustibles requieren el 1 por 100 de todo el agua utilizada por los cultivos a

escala mundial (unos 100.000 millones de m<sup>3</sup>) y el 2 por 100 del agua extraída para regadío (unos 44.000 millones de m<sup>3</sup>).

Existen algunas zonas de regadío con grandes posibilidades de expansión por la disponibilidad de tierras y de recursos hídricos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas expansiones pueden no materializarse al limitarlas, por ejemplo, las necesidades de infraestructuras para garantizar la disponibilidad de agua y los sistemas de posesión de tierras no favorables a los esquemas de producción comercial, lo que en definitiva puede representar un incremento del coste marginal por el almacenamiento del agua o la adquisición de tierras.

Por otro lado, también se prevén riesgos en la cantidad y calidad del agua por la expansión de los cultivos para biocombustibles. La conversión de pastizales en campos de maíz, podría empeorar problemas como la erosión del suelo, la sedimentación, la escorrentía en exceso de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a aguas superficiales, y la infiltración en aguas profundas por el uso creciente de fertilizantes.

La clave para que la producción de biocombustibles no produzca consecuencias en el equilibrio de los recursos hídricos locales será la eficiencia en el regadío. ▷



## 7. Sostenibilidad económica y necesidad de apoyo gubernamental

Los precios de las materias primas suponen más del 75 por 100 de los costes totales de la producción de biocombustibles, y tienen un efecto importante en la viabilidad económica y en la sostenibilidad del sector. En este aspecto, a pesar del descenso experimentado en los últimos meses respecto los niveles alcanzados en 2008, tanto las previsiones del mercado de futuros como las de organismos oficiales, como, por ejemplo, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), indican que los precios de las materias primas utilizadas para la fabricación de los biocombustibles continuarán en los próximos años en niveles relativamente elevados respecto a su media histórica.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el coste de las materias primas varía dependiendo del área geográfica de cultivo y de la propia materia prima en sí, en función de su rendimiento y de los cuidados que requiera. Además, el coste neto final también depende en gran medida del proceso utilizado en la producción de cada biocombustible.

Así, tomando como referencia el año 2007, los costes totales netos más bajos son, con mucha

diferencia, los del etanol brasileño fabricado a partir de caña de azúcar (0,25 \$/litro). Esto es así, gracias a que el precio de la materia prima es más bajo y a que el bagazo, el principal subproducto de la transformación, se quema como combustible en el proceso. De esta forma, respecto al etanol brasileño fabricado a partir de caña de azúcar, el coste del etanol producido en otras regiones es entre dos veces mayor (etanol estadounidense fabricado a partir de maíz) y cinco veces mayor (etanol europeo fabricado a partir de trigo).

Por otro lado, los costes de producción del biodiesel son aproximadamente entre tres y siete veces mayores que los del etanol brasileño, considerando la producción a partir de soja en Brasil y a partir de colza en Europa, respectivamente. Esto es debido a que tanto los procesos productivos como las materias primas son más caras. Los costes netos de producción de biodiesel más bajos se dan en Asia tomando como materia prima la palma (0,31 \$/litro).

Tomando como referencia el año 2007, los costes de producción de los biocombustibles fueron, en general, mayores que los de los combustibles convencionales. Las excepciones las presentaron el etanol, tanto brasileño producido a partir de caña de azúcar, como europeo fabricado a partir de ▷

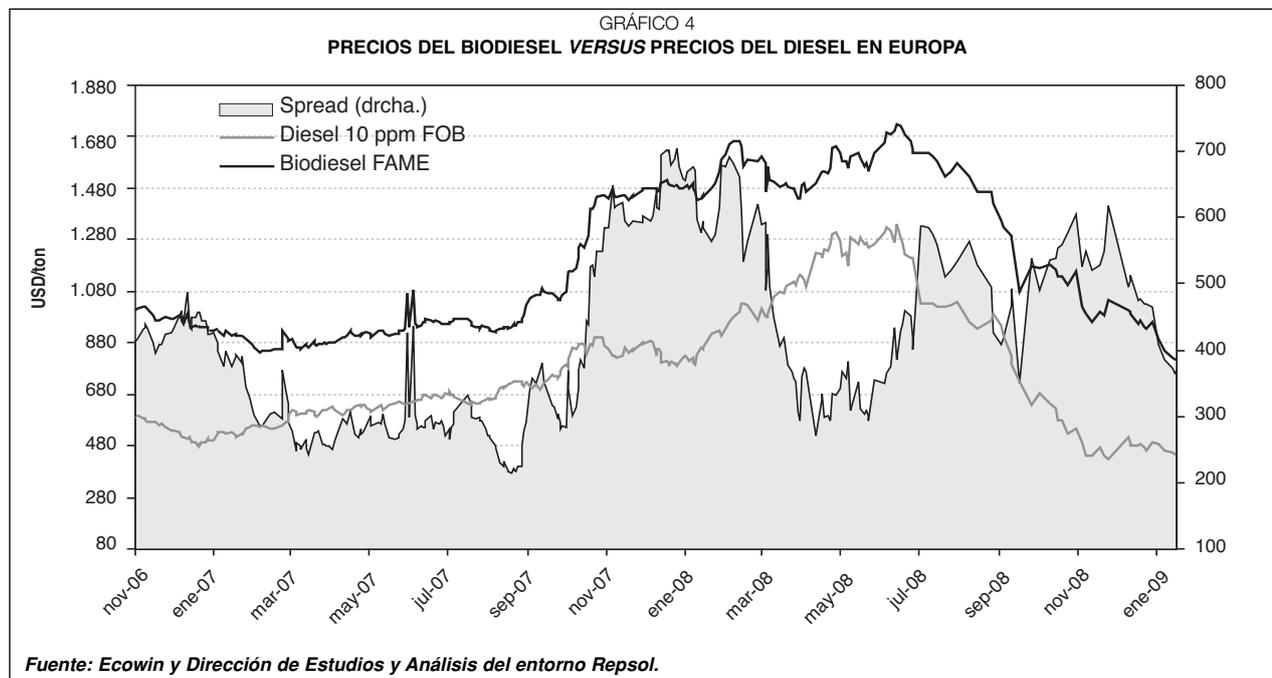
CUADRO 1  
COSTES NETOS DE PRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES Y DE LOS COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETRÓLEO

	2007	
	USD/litro	USD/bep
Etanol .....		
Etanol/Caña de azúcar Brasil .....	0,25	39,75
Etanol/Remolacha azucarera UE .....	0,50	79,50
Etanol/Maíz EEUU .....	0,60	95,40
Etanol/Trigo UE .....	1,23	195,57
Gasolina .....		
Gasolina* .....	0,52	82,68
Biodiesel .....		
Biodiesel/Palma Asia .....	0,31	49,29
Biodiesel/Soja Brasil .....	0,71	112,89
Biodiesel/Soja EEUU .....	0,85	135,15
Biodiesel/Colza UE .....	1,73	274,64
Diesel .....		
Diesel* .....	0,53	84,27

\* Precio medio de los mercados nacionales.

Fuente: FAO, OCDE, DOE y Dirección de Estudios y Análisis del Entorno Repsol.

GRÁFICO 4  
PRECIOS DEL BIODIESEL VERSUS PRECIOS DEL DIESEL EN EUROPA



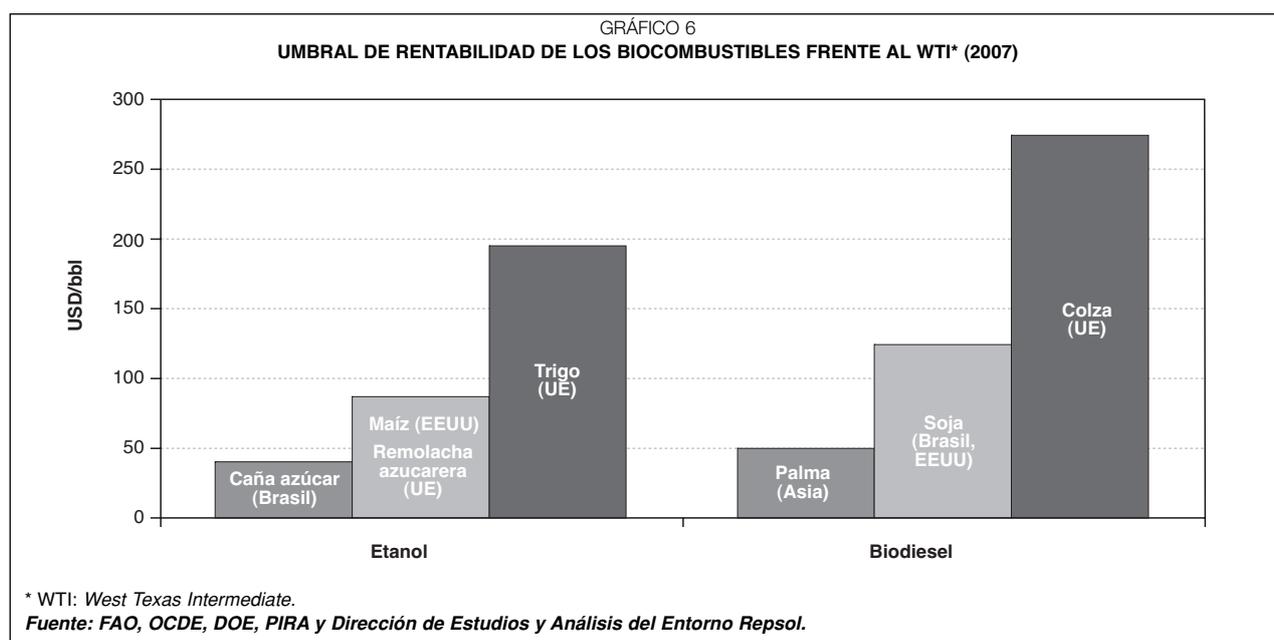
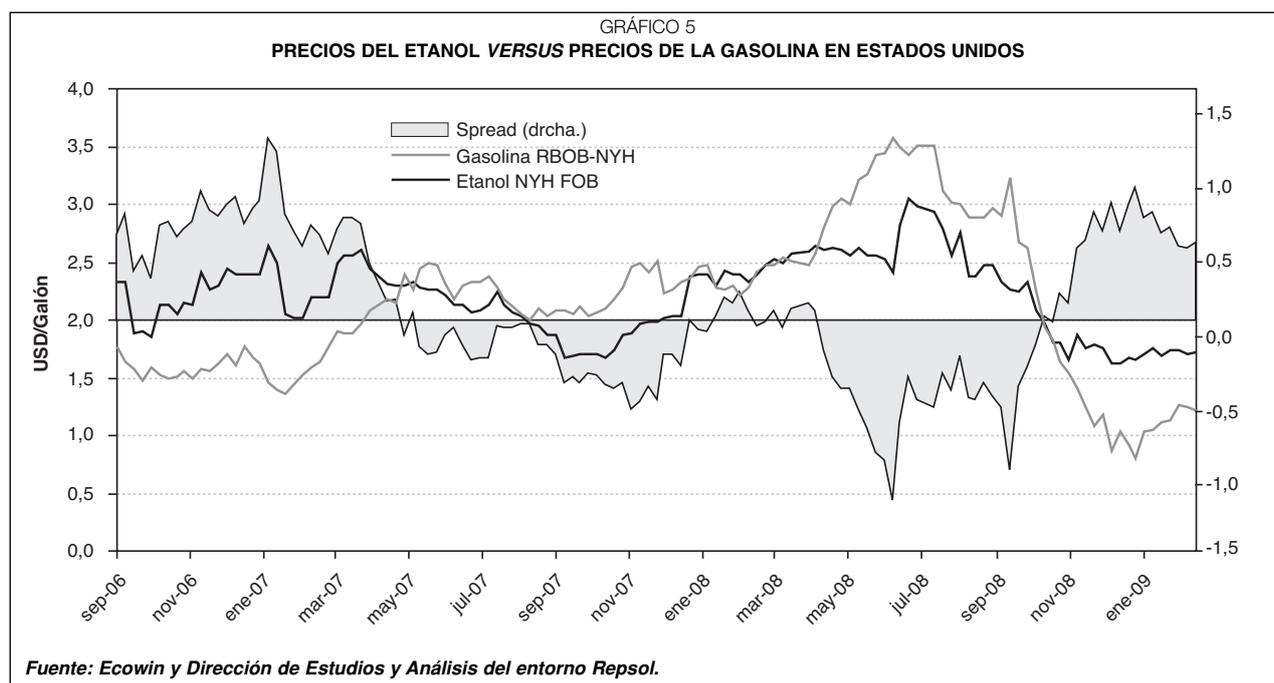
Fuente: Ecowin y Dirección de Estudios y Análisis del entorno Repsol.

remolacha, así como el el biodiesel asiático fabricado a partir de aceite de palma.

La mayor diferencia se aprecia en el caso del biodiesel producido en la Unión Europea a partir de colza. En este caso, los costes netos de producción más que triplican los costes de producción del diesel convencional.

El hecho de que los biocombustibles sean más caros de producir que los combustibles convencionales hace que el sector necesite del respaldo gubernamental para su desarrollo y su competitividad en

costes respecto a los combustibles derivados del petróleo. Según las estimaciones de Iniciativa Global de Subsidios, perteneciente al Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible, el sector de los biocombustibles recibió más de 11 mil millones de dólares a escala mundial en 2006. De esta cifra, más del 67 por 100 fue a parar al sector del etanol, que recibió cerca de 6 mil millones de dólares en Estados Unidos (monto equivalente a los fondos que el Gobierno otorga a las producciones de azúcar y algodón juntas) y aproximadamente 1,6 mil millones ▷



en la Unión Europea. El resto lo recibió el sector del biodiesel, con más de 3 mil millones en la Unión Europea y unos 530 millones en Estados Unidos.

Asumiendo que los subsidios no hayan variado significativamente en 2007, estos vendrían a representar, en el caso del etanol, más del 50 por 100 de los costes medios netos de producción de 2007 en EEUU y más del 80 por 100 de los costes en Europa. En el caso del biodiesel, representarían

el 65 por 100 de los costes medios de producción en EEUU y el 40 por 100 de los costes en Europa.

A pesar de los subsidios, el precio del biodiesel antes de impuestos en Europa, su principal mercado, está por encima del diesel convencional. Desde finales de 2006 hasta principios de 2009, el biodiesel fue en media un 60 por 100 más caro que el diesel convencional, presentando un *spread* medio de más de 400 \$/ton respecto al precio del diesel. ▷

CUADRO 2 MANDATOS RELATIVOS AL USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN ALGUNOS PAÍSES IMPUESTOS A PROVEEDORES DE COMBUSTIBLES	
<b>Norteamérica</b>	
Estados Unidos.....	En el país: 133 mil millones de litros/año biocombustibles para 2022 (36 mil millones de galones) Por estados: E10 en Iowa, Hawaii, Missouri, y Montana; E20 en Minnesota; B5 en New México; E2 y B2 en Louisiana y Washington; Pennsylvania 3,4 mil millones de litros /año biocombustibles para 2017 (0,9 mil millones de galones)
Canadá .....	E5 para 2010 y B2 para 2012; E7,5 en Saskatchewan y Manitoba; E5 para 2007 en Ontario
<b>Latinoamérica</b>	
Argentina.....	E5 y B5 para 2010
Bolivia .....	B2,5 para 2007 y B20 para 2015
Brasil .....	E22 a E25 actual (ligera variación en el tiempo); B2 actual y B5 para 2013
Colombia.....	E10 existente; B5 para 2008
República Dominicana.....	E15 y B2 para 2015
Paraguay.....	B1 para 2007, B3 para 2008, y B5 para 2009
Perú .....	B5 y E7,8 para 2010 a nivel país; comenzando regionalmente en 2006 (etanol) y en 2008 (biodiesel)
Uruguay .....	E5 para 2014; B2 desde 2008-2011 y B5 para 2012
<b>Europa</b>	
Alemania.....	E2 y B4,4 para 2007; B5,75 para 2010
Francia.....	7 por 100 biocombustibles (CE) para 2010
Italia .....	E1, B1
Reino Unido.....	E2,5/B2,5 para 2008; E5/B5 para 2010
Unión Europea.....	5 por 100 de biocombustibles para 2010; 10 por 100 para el 2020 (CE)
<b>Asia, África y Oceanía</b>	
Australia.....	E2 en New South Wales, aumentando a E10 para 2011; E5 en Queensland para 2010
China.....	E10 en 9 provincias; 13 mil millones de litros/año de etanol y 2,3 mil millones de litros/año de biodiesel para el 2020
Filipinas.....	B1 y E5 para 2008; B2 y E10 para 2011
India .....	E10 en 13 estados /territorios
Japón .....	6 mil millones litros/año biocombustibles para 2030
Malasia.....	B5 para 2008
Nueva Zelanda .....	3,4 por 100 de biocombustibles para 2012 (CE)
Sudáfrica.....	E8-E10 y B2-B5 (propuesto)
Tailandia.....	E10 para 2007; 3 por 100 de participación biodiesel para 2011 (CE)
Nota: La tabla muestra obligaciones impuestas a proveedores de combustibles; existen otros países con <i>targets</i> futuros indicativos que no se ilustran aquí. Los mandatos contemplados para EEUU (datos disponibles en 2008), en algunos estados entrarán en vigor en años futuros o bajo ciertas condiciones futuras, o se aplican sólo a una parte de la gasolina vendida. (CE): Objetivo por contenido energético, no por volumen. Fuente: REN21 (2008), AIE, y Dirección de Estudios y Análisis del Entorno Repsol.	

En el caso del etanol, en su principal mercado, Estados Unidos, el diferencial de precios frente al precio de la gasolina es menor y la diferencia entre ambos no es tan elevada como en el caso del biodiesel en Europa. Sin embargo, mientras que en 2007 el precio medio del etanol en Estados Unidos fue prácticamente igual al de la gasolina, durante el último trimestre de 2008 y el principio de 2009 el etanol fue un 35 por 100 más caro.

Para que los biocombustibles fueran rentables sin subsidios frente a los combustibles derivados del petróleo, tomando como referencia los costes del año 2007, se requeriría un precio del petróleo entre los 40\$/bbl y 195 \$/bbl en el caso del etanol, y entre los 50\$/bbl y los 275 \$/bbl, aproximadamente, en el caso del biodiesel.

Es muy importante tener en cuenta que estos umbrales de rentabilidad son muy sensibles a la varia-

ción del precio de las materias primas para la producción de biocombustibles (del cual son altamente dependientes los costes de producción) y, por lo tanto, a las variaciones en los mercados de *commodities*.

## 8. Obligaciones de consumo de biocombustibles. Mandatos gubernamentales

No existen acuerdos internacionales que aborden específicamente el ámbito de los biocombustibles. Sin embargo, y aunque las políticas energéticas a medio y largo plazo de la mayor parte de los países se están perfilando todavía, en los últimos años se han implementado obligaciones o mandatos para incorporar biocombustibles en los vehículos en numerosos países a escala mundial. ▷

Brasil es históricamente el líder mundial en fijar obligaciones de mezcla de biocombustibles, bajo su programa *ProAlcool*. En este país, las participaciones de la mezcla se ajustan ocasionalmente, pero se han mantenido en el rango del 20 por 100 al 25 por 100 en volumen.

En Europa, la Comisión Europea ha establecido para toda Europa que los biocombustibles representen el 10 por 100 de los combustibles del sector transporte (por contenido energético, no por volumen) en el año 2020, lo que extiende el nivel previamente fijado del 5,75 por 100 para el año 2010. Cada país miembro se ha fijado unos objetivos concretos para conseguir este nivel común. Por ejemplo, Francia tiene como objetivo que en 2010 el 7 por 100 de la energía consumida por el transporte provenga de biocombustibles.

En Asia, Japón se ha fijado una utilización 6 mil millones litros/año de biocombustibles en 2030, aproximadamente el 5 por 100 de la energía que se estima requerirá el sector transporte ese año. Por su parte, China ha impuesto objetivos por el equivalente a 13 mil millones de litros de etanol y 2,3 mil millones de litros de biodiesel por año para el 2020.

En Estados Unidos, desde 2007 un nuevo estándar para combustibles implica que hacia el año 2022 el 20 por 100 de la gasolina para transporte por carretera va a proceder de biocombustibles. De este porcentaje aproximadamente el 75 por 100 está previsto que sea de combustibles de segunda generación procedentes de materiales lignocelulósicos, objetivo que parece demasiado ambicioso teniendo en cuenta el ritmo de penetración previsto para los biocombustibles de segunda generación.

En base a estos mandatos, se estima que a escala mundial el volumen requerido de biocombustibles sería de 1,8 millones de barriles diarios en 2010 y de 3,7 millones de barriles diarios en 2020.

Los mandatos garantizarán a los productores un cierto nivel de ventas, pero podrían derivar en un exceso de capacidad de producción. El exceso de capacidad y la eliminación de las subvenciones podrían disminuir en el corto plazo la rentabilidad del sector.

## 9. Conclusiones

Algunas previsiones optimistas contemplan que la participación de los biocombustibles en el consumo total de combustibles se incrementará desde el 1 por 100 del año 2007 al 7 por 100 en el año 2020; sin embargo, la AIE estima que esta participación será del 5 por 100 en el año 2030.

Se estima que en el periodo 2007-2030 se invertirán en el sector unos 200.000 millones de dólares, cerca del 1 por 100 de la inversión total mundial prevista por la AIE en infraestructura de suministro energético para ese periodo.

Sin embargo, la evolución futura del sector dependerá de si la producción de biocombustibles es o no sostenible en el largo plazo. El umbral de rentabilidad con respecto al crudo, el coste de las materias primas y la regulación serán claves.

Uno de los principales factores que ha impulsado la producción de biocombustibles ha sido su potencialidad para recortar las emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte. Sin embargo, el impacto ambiental de la producción de los biocombustibles presenta una gran incógnita en lo relativo a dicha potencialidad si se incluyen en los análisis las emisiones por el cambio de uso de la tierra. Estas emisiones son muy difíciles de cuantificar y existen pocos estudios al respecto; pero si se tuviera en cuenta su efecto, podrían provocar un resultado neto positivo de emisiones varias veces superior al ahorro generado por la absorción de CO<sub>2</sub> de los cultivos.

Por otro lado, los biocombustibles dependen de los subsidios para ser competitivos frente a los combustibles convencionales. Esta dependencia es especialmente significativa en Estados Unidos en el caso de la producción de etanol a partir de maíz, y en Europa en el caso de la producción de biodiesel a partir de colza. Este hecho cuestiona la viabilidad del sector de biocombustibles de primera generación.

Las nuevas tecnologías de producción de biocombustibles de segunda generación podrían recortar significativamente los costes de producción y las emisiones de gases efecto invernadero de los biocombustibles actuales. Sin embargo, ▷

no se espera que estas tecnologías sean comerciales a gran escala antes del año 2020.

Las políticas energéticas a medio y largo plazo de la mayor parte de los países se están perfilando todavía, si bien parecen favorables al desarrollo del sector. Los mandatos garantizarán a los productores un cierto nivel de ventas, pero la eliminación de las subvenciones y el exceso de capacidad podrían disminuir en el corto plazo la rentabilidad del sector.

## Bibliografía

- [1] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA, AIE, (2008): Deploying Renewals.
- [2] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA, AIE, (2008): Energy Technology Perspectives.
- [3] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA, AIE, (2009): World Energy Outlook 2008.
- [4] BANCO MUNDIAL, (2008): Double Jeopardy: Responding to High Food and Fuel Prices, G8 Hokkaido-Toyako Summit, 2 de julio.
- [5] ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, EIA, (2008): A primer on gasoline prices, mayo.
- [6] ENERGY INTELLIGENCE, (2008): Biofuels: fuels of the future?
- [7] FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE, FAPRI, (2009): World Agricultural Outlook.
- [8] OCDE-FAO, (2008): Agricultural Outlook 2008-2017.
- [9] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO, (2008): El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación.
- [10] PROCEEDING OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA, PNAS, (2007): *Sustainable fuel for the transportation sector*, marzo.
- [11] RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21<sup>ST</sup> CENTURY, REN21, (2008): 2007 Global Status Report.
- [12] THE GLOBAL SUBSIDIES INITIATIVE, GSI, OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, IISD, (2007): Government support for ethanol and biodiesel in the United States: 2007 Update, octubre.
- [13] THE GLOBAL SUBSIDIES INITIATIVE, GSI, OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, IISD, (2007): Government support for ethanol and biodiesel in the European Union, octubre.
- [14] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA, (2009): U.S. Biobased Products Market Potential and Projections Through 2025.
- [15] US DEPARTMENT OF ENERGY, DOE, (2008): World Biofuels Production Study, julio.
- [16] WOOD MACKENZIE, (2008): Global Biofuels 2020.