

**Los Biocomustibles.
El Estado de la cuestión**
Francisco J. André
WP11/09

Resumen

Los biocombustibles han experimentado una fuerte expansión gracias a los incentivos otorgados por los poderes públicos y a algunas ventajas como la capacidad para reducir la dependencia energética exterior, la mayor creación de empleos, especialmente en zonas rurales, o el menor impacto ambiental en comparación con los combustibles fósiles. No obstante, los biocombustibles se han puesto recientemente en entredicho debido a la situación de los mercados energéticos y a algunos estudios que han matizado sus posibles ventajas y desventajas. En este trabajo se trata de presentar una síntesis de las principales cuestiones suscitadas en torno a los biocombustibles. En primer lugar, se presenta una perspectiva histórica y de la situación actual del empleo de la biomasa y los biocombustibles en el mundo y en España. A continuación, se enumeran los principales argumentos a favor de los biocombustibles, se repasan las principales políticas de promoción que se han venido aplicando en distintos países y, por último, se presenta una discusión de los aspectos más controvertidos de los biocombustibles.

Palabras clave: Biocombustibles, energías renovables, agricultura, bioetanol, biodiesel.

El estudio en que se basa el presente Working Paper ha recibido la financiación de la Dirección General de Planificación y Evaluación de Políticas de Desarrollo (DGPOLDE) del Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación (MAEC).

Abstract

Biofuels production and use have experienced a strong increase thanks to public incentives and to some of their advantages, such as being able to reduce energy dependency, creating jobs, notably in rural areas, or reducing environmental impact as compared to fossil fuels. Nevertheless, biofuels have been recently discussed due to the recent trends in energy and agricultural markets and to some studies that have cast some doubts about their advantages and disadvantages. The aim of this work is to summarize the main issues around biofuels. First, we present a brief overview of the historical trends and the current situation in Spain and the world. Then, we review the main arguments to support biofuels, the most well-known incentive policies that have been recently applied and, finally, a discussion about the most recent controversial issues.

Key words: Biofuels, renewable energy, agriculture, bioethanol, biodiesel.

The study in which this Working Paper is based on has received the economic support from the General Direction of Planning and Evaluation of the Development Policies (DGPOLDE) of the Spanish Ministry of Foreign Affairs and Cooperation (MAEC).

Francisco J. André.

Universidad Pablo de Olavide

Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Universidad Complutense de Madrid.
Campus de Somosaguas, Finca Mas Ferre. 28223, Pozuelo de Alarcón, Madrid, Spain.

© Francisco J. André

ISBN: 978-84-692-4271-1

Depósito legal:

El ICEI no comparte necesariamente las opiniones expresadas en este trabajo, que son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Índice

1.	Introducción.....	7
2.	Energía y biocombustibles. situación actual y perspectiva.....	8
3.	Argumentos a favor de los biocombustibles.....	12
4.	Las políticas de promoción de los biocombustibles.....	13
5.	La discusión acerca de los biocombustibles y beneficios, ganadores y perdedores.....	15
6.	Conclusiones.....	19
	Referencias bibliográficas.....	22

1. Introducción

Se denomina *biomasa* a la materia orgánica originada en un proceso biológico, tal como la materia que se produce en las plantas verdes mediante la fotosíntesis, y que es susceptible de ser utilizada como fuente de energía. Más específicamente, el término se emplea para referirse a materia formada recientemente, lo que excluye a los combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón o el gas natural, cuya formación tiene lugar mediante procesos que duran millones de años. Por tanto, el propio concepto de biomasa incluye la propiedad de ser una fuente de energía *renovable*, frente a los combustibles fósiles que son no renovables. La biomasa puede transformarse en energía bien directamente (como es el caso de la leña) o indirectamente, mediante combustibles obtenidos a partir de ella que se conocen como biocombustibles.

Los usos más comunes de la energía en la sociedad son la generación de electricidad, la generación de calor (normalmente para calentar los hogares) y como carburantes para el transporte. Los biocombustibles, en principio, son susceptibles de emplearse para cualquiera de estos fines. En los últimos tiempos, la principal atención y el desarrollo más notable se ha producido en el tercer uso, es decir, en el empleo de los llamados biocarburantes como sustitutos o bien como complementos de los carburantes más tradicionales, siendo el bioetanol y el biodiesel los biocarburantes más extendidos. En consonancia con este hecho, este artículo presta especial atención a los biocarburantes aunque muchas de las observaciones y conclusiones que se presentan son de tipo general y afectan a los biocombustibles en general.

El objetivo de este trabajo es el de presentar una síntesis de las principales cuestiones que se han suscitado recientemente en torno a los biocombustibles en general y a los biocarburantes en particular. Mostraremos que el empleo de la biomasa como fuente energética no es ni mucho menos un fenómeno novedoso, sino que este fenómeno se ha producido profusamente a lo largo de la historia. Sin embargo, la biomasa se ha ido abandonando progresivamente, fundamentalmente en favor de los combustibles, al menos en su forma tradicional. En las últimas décadas, el deseo de buscar fuentes alternativas que permitan reducir la

dependencia energética exterior, así como de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero ha hecho surgir un interés renovado por los biocombustibles en la sociedad, en los investigadores y en los organismos públicos de los distintos países.

En poco tiempo los biocombustibles (y, de modo particular, los biocarburantes) han experimentado una fuerte expansión, aunque siguen representando un porcentaje modesto dentro del mix energético. Bajo el impulso de los buenos pronósticos y de la promoción pública, numerosas empresas en todo el mundo se han lanzado a invertir en esta fuente energética como una promesa de rentabilidad económica, a la par que social y ambiental. No obstante, los cambios recientes en las tendencias de los mercados energéticos y agrarios, unidos a algunas matizaciones realizadas recientemente sobre las posibles ventajas y desventajas de los biocombustibles han puesto una nota de prudencia y han puesto en entredicho la conveniencia de seguir impulsando el desarrollo de estas fuentes energéticas y de seguir diseñando políticas para su apoyo y promoción. Por tanto, nos encontramos tal vez en un momento de una cierta incertidumbre, mientras muchas de las inversiones que se han realizado se han visto frenadas y los responsables de las políticas públicas se encuentran reconsiderando el modo más adecuado de orientar sus decisiones.

Paralelamente a este gran interés desde el punto de vista social, político y empresarial, en el ámbito científico se ha venido realizando gran cantidad de investigación en los últimos años, no ya sólo desde un punto de vista meramente técnico, sino profundizando también en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Rajagopay y Zilberman (2007), por ejemplo, presentan una completa visión panorámica de los trabajos de investigación recientes desde distintos ámbitos. La revista *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization* publicó en 2007 un número monográfico sobre los aspectos históricos, políticos y económicos de los combustibles (véase Gardner y Tyner, 2007). En 2008, y a instancias de la Secretaría de Estado para el Transporte del gobierno británico, la Agencia de Combustibles Renovables (Renewable Fuels Agency) publicó el llamado informe Gallagher focalizado en los posibles

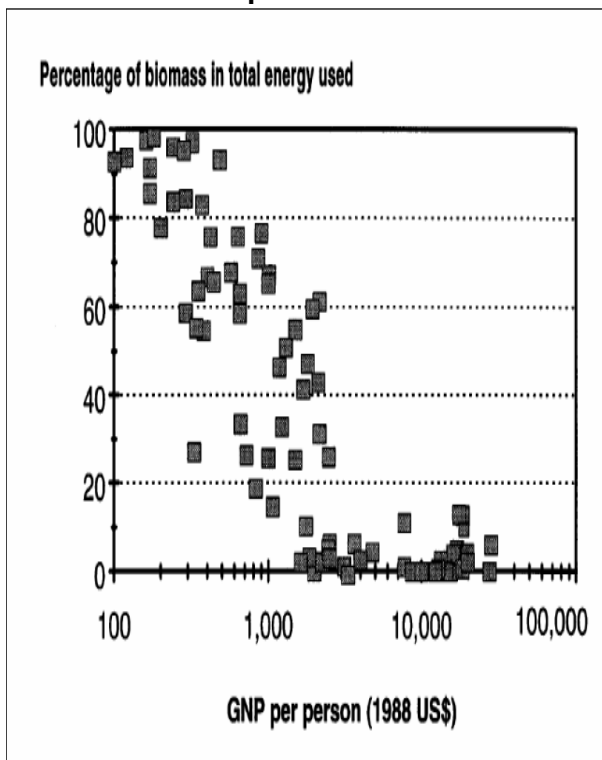
efectos indirectos de la producción de biocarburantes. También se han publicado diversos informes de investigación realizados por organismos internacionales, como la Agencia Internacional de la Energía (IEA 2004, 2008) o la OCDE (OECD, 2008). Cerdá, Caparrós y Ovando (2008) analizan la situación de los biocombustibles y, en general, de la bioenergía en Europa. Fernández (2007) o Vivero-Pol y Porras-Gómez (2008) discuten la situación en España.

En la sección 2 de este artículo se presenta una breve perspectiva de la trayectoria histórica y de la situación actual del empleo de la biomasa y los biocombustibles tanto en el mundo como en España. En la sección 3 se enumeran los principales argumentos que se han aducido a favor y de los biocombustibles. En la sección 4 se repasan las principales políticas de promoción de los biocombustibles que se han venido aplicando en distintos países. La sección 5 presenta una discusión de los aspectos más controvertidos de los biocombustibles, que han venido a avivar el debate recientemente.

2. Energía y biocombustibles. Situación actual y perspectiva histórica

Históricamente, la biomasa ha sido una importante fuente de energía. En las sociedades primitivas constituía la fuente principal y siguió satisfaciendo casi todas las demandas humanas de energía hasta la revolución industrial. De hecho, en los países menos desarrollados todavía sigue siendo el principal recurso empleado en la producción de energía mediante la combustión de leña, residuos animales, etc. En los países industrializados, el carbón y el petróleo comenzaron a utilizarse a mediados y finales del siglo XIX respectivamente y a partir de entonces se produjo una rápida transición de la biomasa a los combustibles fósiles. De hecho, esta transición es un fenómeno que parece estrechamente ligado al proceso de crecimiento y desarrollo. En la Figura 1 se muestra, para varios países, la relación entre el valor de la producción per cápita y el porcentaje de energía procedente de la biomasa y se constata que esta fuente energética es utilizada prioritariamente por los países con menor nivel de actividad económica.

Figura 1: Correlación entre el PIB per cápita y el uso de la biomasa para varios países



Fuente: Barnes y Floor 1996 (tomado de Rajagopal y Zilberman, D. 2007)

En Tahvonen y Salo (2001) se explica que, según los países van avanzando en el proceso de desarrollo y crecimiento económico, en una primera fase las fuentes renovables de energía van perdiendo peso y lo van ganando los combustibles fósiles. Sin embargo, la agotabilidad de los últimos y la inestabilidad de su precio, junto con la preocupación por sus efectos ambientales y por la seguridad de los suministros, ha ido dando lugar a una nueva fase en que los países tratan de sustituir los combustibles fósiles por sustitutos renovables, tales como la energía hidráulica, solar o geotérmica. Y dentro de esta última categoría de energías renovables se encuentra de nuevo la biomasa, esta vez no utilizada de modo directo, sino mediante procesos más sofisticados (como la gasificación, la fermentación, etc.) que permiten derivar de ella los llamados biocombustibles.

La Figura 2 muestra la evolución de la oferta total de energía primaria en el mundo clasificada por combustible. De esta imagen se puede concluir de modo evidente que el panorama energético mundial ha estado, y en la actualidad sigue estando, claramente dominado por los combustibles fósiles, sobre todo por el petróleo, seguido por el carbón y el gas natural.

La energía nuclear parece irse abriendo camino lentamente pese a las muchas reticencias que siempre ha suscitado. Por su parte, las fuentes renovables en su conjunto, aunque van aumentando en volumen de producción, siguen representando un porcentaje modesto con respecto al total. Los biocombustibles, que se corresponden con lo que en la figura se agrupa bajo el nombre “combustibles renovables y residuos”, suponen en torno al 10% del total. La Figura 3 revela que, a nivel mundial, dicho porcentaje se ha mantenido aproximadamente constante o incluso se ha reducido ligeramente

en los últimos 30 años (comparando el año 1973 con el 2006). Una explicación de este hecho puede encontrarse en la Figura 4. Aunque los datos no son totalmente comparables porque en este caso se refieren a consumo final de energía y no a energía primaria, el mensaje cualitativo es perfectamente aplicable: en el agregado de combustibles renovables, la gran mayoría del total corresponde a lo que se conoce como biomasa tradicional, es decir, al empleo directo (fundamentalmente en los países menos desarrollados) de leña, residuos de animales, etc. mediante tecnologías primitivas.

Figura 2: Evolución de 1971 a 2006 de la oferta de energía primaria en el mundo por tipo de combustible (Mtoe)

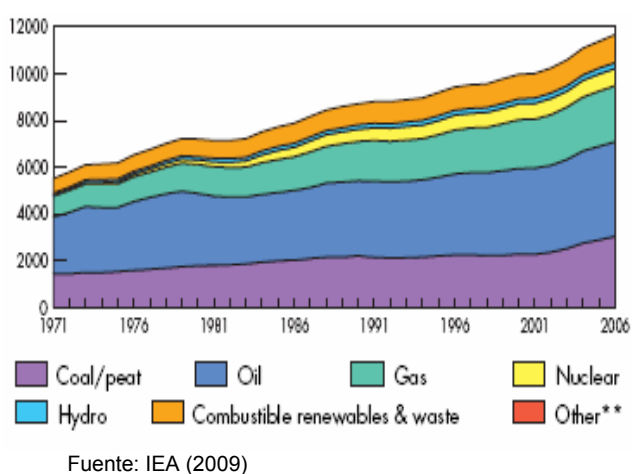


Figura 3: Participación de las distintas fuentes energéticas en la oferta mundial de energía primaria

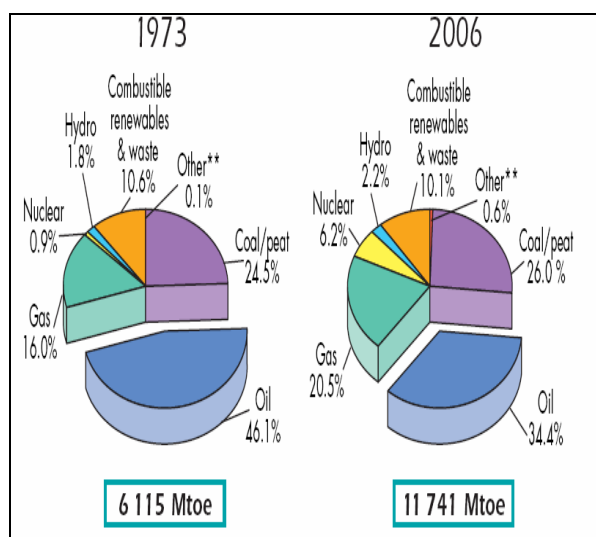
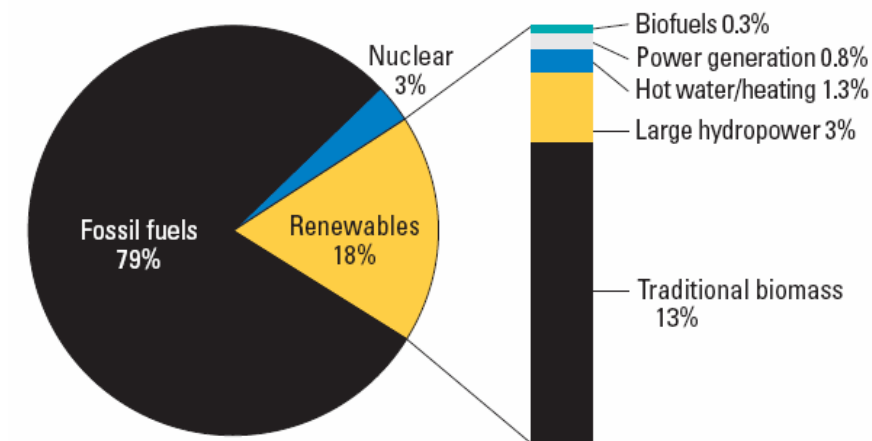


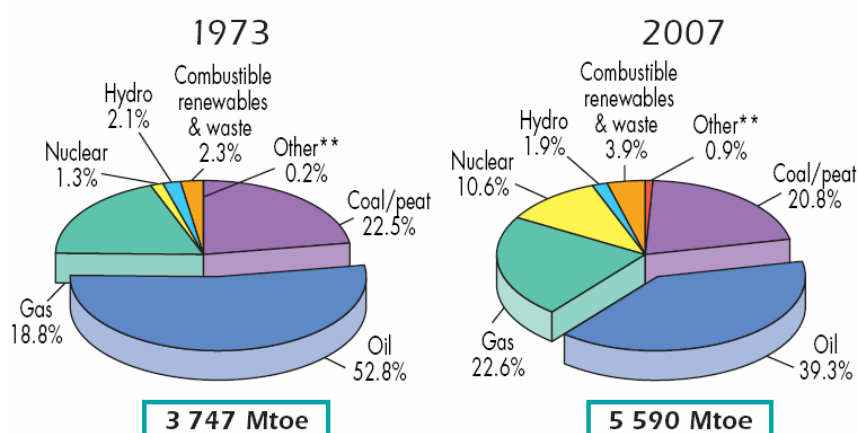
Figura 4: Participación de las energías renovables en el consumo final de energía en el mundo



Si nos focalizamos en el uso de combustibles renovables en los países de la OCDE, la situación es ligeramente distinta (véase la Figura 4). Aunque el petróleo sigue siendo la principal fuente energética, en estos países es más notorio que en el total el lento retroceso de este combustible en favor del gas natural, de la energía nuclear y de las fuentes renovables. En particular, si nos centramos en los biocombustibles usados en los países desarrollados, sí se aprecia un cierto aumento de su participación, pasando del 2.3 en 1973 al 3.9% en 2007. En particular, los biocombustibles que mayor im-

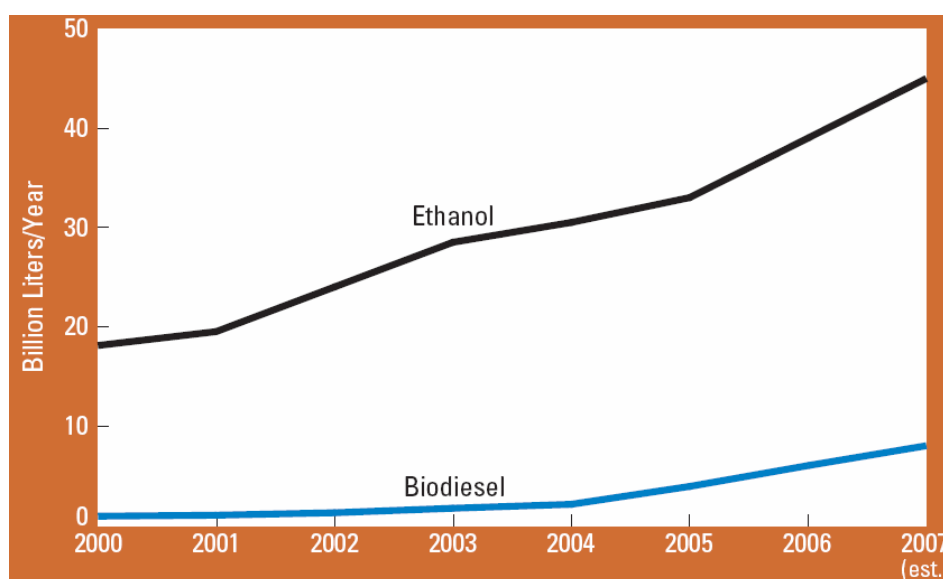
pulso han recibido han sido el biodiesel y el bioetanol, cuya producción ha aumentado de modo sostenido en la última década (véase la Figura 6). Según se señala en Ren21 (2008), la producción conjunta de etanol y biodiesel en 2007 excedió los 53.000 millones de litros en 2007, lo que supone un 43% de aumento con respecto a 2005. La producción de etanol en 2007 representó alrededor del 4% de los 1.3 billones de litros de gasolina consumidos en el mundo. La producción anual de biodiesel aumentó más de un 50% en 2006.

Figura 5: Participación de las distintas fuentes energéticas en la oferta de energía primaria en los países de la OCDE



Fuente: IEA (2009)

Figura 6. Producción de bioetanol y biodiesel entre 2000 y 2007 en miles de millones de litros

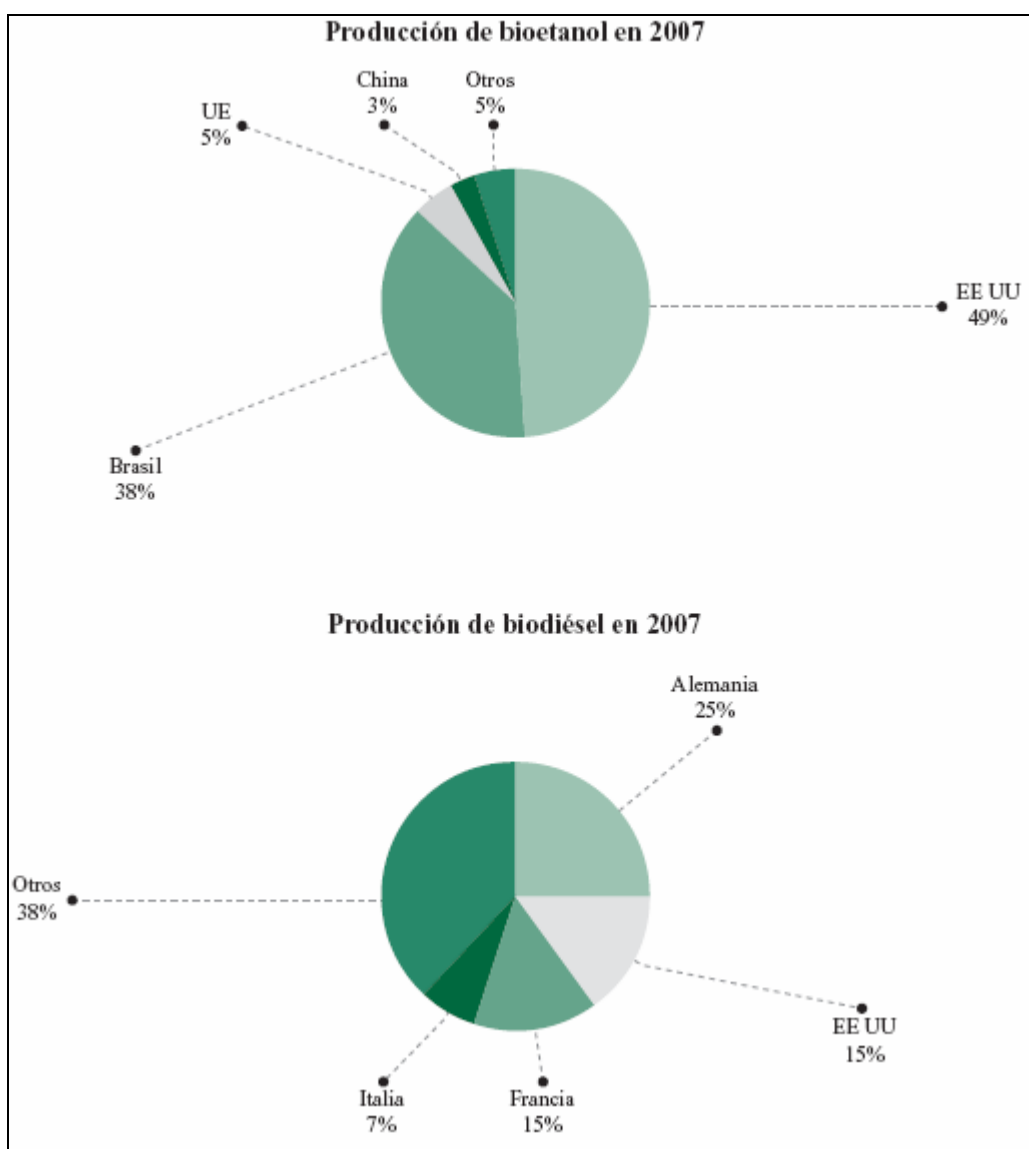


Fuente: Ren21 (2008)

En el sector del transporte, los biocombustibles han ido ganando participación en muchos países, aunque su porcentaje todavía es pequeño, excepto en Brasil, donde el etanol obtenido de la caña de azúcar reemplaza al 40% del consumo nacional de gasolina. De hecho, Brasil es, después de Estados Unidos, el segundo productor mundial de etanol (en el caso de Brasil, a partir de la caña de azúcar, en el caso de Estados Unidos, a partir del maíz). En cuanto al biodiesel, la mayor parte de la producción y el consumo se localiza en la Unión Europea, y fundamentalmente en Alemania (véase la Figura 7).

En el caso de España, la fuerte dependencia energética respecto al exterior supone un importante argumento para que el gobierno haya apostado decididamente por secundar la iniciativa comunitaria de promover la implantación de los biocarburantes. En los últimos años el consumo de diesel en España ha ido creciendo hasta superar a la gasolina, lo que hace que el desarrollo del biodiesel resulte particularmente interesante. Aunque tradicionalmente en España se ha venido produciendo más bioetanol que biodiesel, es posible que esta situación tienda a invertirse.

Figura 7. Principales productores de etanol y biodiesel



Fuente: F.O.Lichts. Gráfico tomado de Vivero-Pol y Porrás-Gómez (2008).

Según la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA, 2008) la producción de biodiésel en España pasó de 124.577 toneladas en 2006 a 148.777 toneladas en 2007, lo que supone un aumento del 19,4% respecto a la producción del año anterior. Por su parte, en los mismos años, la producción total de bioetanol pasó de 321.000 toneladas a 284.131 toneladas, retrocediendo un 11,5%, de modo que la diferencia entre la producción de ambos combustibles se ha visto mermada. El mismo fenómeno se observa en el consumo y las ventas. En efecto, las ventas totales de bioetanol disminuyeron algo más del 6% entre 2006 y 2007 (pasando de 312.700 a 292.899 toneladas). Este descenso se debió, fundamentalmente, a la fuerte bajada de las exportaciones (en torno al 30%) que no pudo ser compensado por el modesto aumento del consumo interno. Por su parte, el consumo de biodiesel se multiplicó casi por cinco entre estos dos años (pasando de 62.909 a 292.646 toneladas). En cuanto a la capacidad de producción instalada, mientras el número de plantas de etanol permaneció constante en el año 2007 (con un total de 4 plantas) y la capacidad instalada aumentó modestamente en un 3,4% (pasando de 441.000 a 456.000 toneladas/año) debido a la ampliación de la planta de Galicia, en el mismo periodo se pusieron en funcionamiento 12 nuevas plantas de biodiesel, doblando el número existente en el año anterior. Además, el tamaño de las plantas nuevas, unido a la ampliación de otras ya existentes hizo que la capacidad total se multiplicase por más de tres, pasando de 248.310 a 815.190 toneladas/año.

3. Argumentos a favor de los biocombustibles

Como se ha señalado en la introducción, en los últimos años los biocombustibles (y especialmente los biocarburantes) han sido objeto de un creciente interés. Este interés se debe, sin duda, a algunas ventajas que se han aducido, tanto desde el punto de vista económico como técnico y ambiental (véase Rajagopal y Zilberman, 2007).

Una primera e indudable ventaja de los biocombustibles es su carácter renovable, a diferencia de otros combustibles tradicionales, como el petróleo, el carbón o el gas natural. Esta propiedad abre la posibilidad de realizar un uso sostenible de los mismos, en el sentido introducido por Daly (1990), es decir, puede concebirse una pauta de explotación de estos

recursos que no supere su capacidad de regeneración natural y, por tanto, que permita conservar el *stock* de recursos existentes. De este modo, sería viable organizar la actividad económica, y el uso de energía, de modo que las necesidades actuales se satisfagan conservando simultáneamente los mismos activos naturales para las generaciones futuras. Obviamente, esta posibilidad está descartada en los combustibles fósiles o, en general, para cualquier recurso no renovable, por definición, dado que el uso de cualquier cantidad positiva de tales recursos implica su completa destrucción.

Una segunda ventaja de los biocombustibles que se ha argumentado en muchas ocasiones es su capacidad para reducir las emisiones de carbono. Ello se debe a que la quema de los biocombustibles libera dióxido de carbono que previamente había sido almacenado por las plantas mediante la fotosíntesis. Un análisis superficial podría llevar a la conclusión de que la producción de energía a partir de biocombustibles resulta en un saldo nulo de emisiones de carbono (a diferencia de los combustibles fósiles, cuyo saldo es inevitablemente positivo al liberar carbono fijado en la tierra miles de años atrás). En la sección 5 matizaremos esta conclusión, que posiblemente resulta excesivamente optimista a favor de los biocombustibles.

En tercer lugar, la generalización en el uso de los biocombustibles probablemente redundará en mayores ingresos de los agricultores como resultado de la mayor demanda de productos agrícolas y ofrecerá un salida adicional para los productos, especialmente para los países excedentarios en la producción agraria (Hazell y Pachauri, 2006). Este efecto puede ser importante por varios motivos. En primer lugar, la agricultura constituye un importante sector estratégico, lo que explica la profusión de medidas proteccionistas aplicadas a esta actividad en muchos países. Por otra parte, la bajada en los ingresos de los agricultores ha sido recientemente motivo de preocupación, y no en pocas ocasiones, causa de conflictos sociales. Por último, además del puro efecto redistributivo a favor de un sector cuya rentabilidad económica a veces se ha visto comprometida, dicho incremento de ingresos probablemente contribuiría al mantenimiento de los núcleos de población rural, que en muchas ocasiones se han visto abocados a desaparecer.

Una cuarta y muy importante potencialidad del empleo de los biocombustibles tiene que ver con la seguridad de suministro. La fuerte dependencia de las economías industrializadas con respecto al petróleo suele contemplarse como una amenaza en tanto que este combustible se produce, en una gran proporción, en zonas de dudosa estabilidad geopolítica. La transición hacia los biocombustibles permite reducir, o al menos diversificar considerablemente, la dependencia del exterior, en tanto, que la producción de los mismos es más factible para un mayor número de países.

La quinta ventaja de los biocombustibles como fuente energética es que pueden suponer una fuente de creación de empleos (especialmente en las zonas rurales), al ser más intensivos en trabajo que otras fuentes de energía. Esta característica puede resultar particularmente atractiva en un contexto de fuerte destrucción de empleo y, de modo muy particular, en España, donde el desempleo resulta un problema endémico y de muy difícil solución (por ejemplo, Blanchard y otros, 1995).

En sexto lugar, desde un punto de vista técnico, los biocarburantes tienen propiedades físicas y químicas similares a las del petróleo, lo que permite que su incorporación a la automoción pueda ser más sencilla y requerir menos adaptaciones que otras alternativas como el hidrógeno, la electricidad o el gas natural. Cuando se trata de incorporaciones en proporciones pequeñas, en muchos casos ni siquiera es necesario adaptar los vehículos y, además, existe la posibilidad de producir un tipo de automóviles (los llamados *Flexible-Fuel Vehicles*, FFV) que pueden funcionar indistintamente con distintas combinaciones de carburantes tradicionales y de biocarburantes, lo que permite una gran versatilidad en la práctica.

Por último, los biocombustibles son simples y familiares para los consumidores, los productores y los responsables de la política energética al provenir en su mayoría de cultivos tradicionales. Según señalan Rajagopal y Zilberman (2007, página 8), el etanol se ha utilizado como aditivo para la gasolina en varios países durante dos décadas y se dice que Henry Ford y Rudolph Diesel (considerados los padres de la cadena de montaje y del motor diesel respectivamente) profetizaron un futuro para el transporte basado en combustibles derivados de las plantas.

4. Las políticas de promoción de los biocombustibles

Estas ventajas, en combinación con la presión por abordar problemas como el coste o la seguridad del suministro energético, han hecho que, además de suscitar el interés en la sociedad y en el sector empresarial, los biocombustibles también han atraído la atención de los gobiernos, que han aplicado distintas políticas de incentivo y promoción de los biocombustibles.

Desde un punto de vista económico, la intervención pública para penalizar (y, por tanto, desincentivar) o subvencionar una determinada actividad se puede justificar en tanto que existan determinados fallos de mercado que hagan que la mera interacción de la oferta y demanda redunde en resultados que no sean deseables desde el punto de vista de la sociedad. En el caso de los biocombustibles, la intervención pública se puede justificar en la medida en que las ventajas apuntadas en la sección anterior se consideren ciertas, deseables para la sociedad, y necesariamente asociadas al empleo de biocombustibles, y en la medida en que se estime el libre mercado no generará, por sí mismo, el nivel adecuado de implantación y desarrollo de estas alternativas energéticas. Esta falta de desarrollo puede deberse a la naturaleza de bien público de la seguridad energética y de la calidad ambiental, que impide que los decisores privados gocen de los incentivos adecuados al no percibir plenamente estos beneficios.

Otro argumento para justificar el apoyo a la producción e implantación de los biocombustibles se apoya en el tradicional argumento de la industria naciente, dado el escaso grado de desarrollo del que goza este sector en comparación con otras alternativas energéticas. Esa posición de debilidad, unida a la inevitable incertidumbre que genera toda inversión en una nueva tecnología, podría suponer una barrera insalvable para el crecimiento de este sector en ausencia de apoyo por parte de los organismos públicos. Ya sea por estos u otros argumentos, lo cierto es que en los últimos tiempos, y en varios países, se han ido desarrollando diferentes políticas para la promoción de los biocarburantes. A continuación se hace una breve síntesis de algunas de las medidas de política más importantes.

En OECD (2008) los instrumentos de política de promoción de los biocombustibles se clasifican en tres grandes bloques:

1. Políticas de apoyo presupuestario, en forma de exenciones fiscales para los productores, distribuidores o consumidores de biocombustibles, o bien en forma de apoyo directo a la oferta, la ampliación de capacidad productiva, procesamiento, infraestructuras o equipamiento para los usuarios de biocombustibles. Todas estas medidas afectan al presupuesto público ya sea en forma de una reducción en los ingresos impositivos o en forma de un incremento en el gasto.
2. Normas sobre porcentajes mínimos obligatorios sobre la cantidad de carburantes empleados para el transporte. Aunque en principio estas medidas son neutrales desde el punto de vista del presupuesto público, los aumentos en los costes de producción derivados de la incorporación de los biocarburantes típicamente repercuten en mayores precios para los consumidores finales.
3. Restricciones al comercio o aranceles a la importación, a fin de proteger la industria nacional de biocombustibles cuando esta resulta menos coste-eficiente que los competidores exteriores.

En cuanto a Estados Unidos, según se explica en Keyzer Merbis y Voortman (2008), la política estadounidense de apoyo a los biocombustibles se basa en dos tipos de subsidios: uno destinado a la producción de maíz, que es la principal materia prima para la producción de bioetanol, y otro, de unos 0.5 \$/galón, destinado específicamente a los procesadores de bioetanol, al tiempo que las importaciones de bioetanol brasileño se han gravado con aranceles. En 2007 se promulgó la ambiciosa ley de independencia y seguridad energética (EISA, Energy Independence and Security Act) que trata de ampliar la producción de bioetanol de maíz y biodiésel (sobre todo, procedente de soja) y promover la producción de etanol celulósico. El objetivo es producir en 2022 unos 36 billones de galones de biocarburantes (lo que supone en torno al 12% de la demanda actual de combustibles para el transporte).

Brasil es un caso paradigmático en lo que se refiere a la política de promoción de los biocombustibles. A mediados de la década de 1970 el gobierno brasileño lanzó el programa llamado Pro-Alcool para aumentar la produc-

ción de bioetanol, y durante varios años se hicieron importantes esfuerzos en la construcción de infraestructuras destinadas a esta actividad. Se impuso un porcentaje obligatorio de 25% para la mezcla del bioetanol en la gasolina, y, en la actualidad, todos los automóviles en circulación están adaptados para poder funcionar con esa mezcla. Además, se estima que alrededor del 25% del parque automovilístico brasileño consiste en los llamados FFV (flexible-fuel vehicles), que pueden funcionar con distintas combinaciones de gasolina y bioetanol. Estas medidas han logrado que el etanol llegue a una cuota de mercado cercana al 50% con respecto a los vehículos de gasolina en 2008. En 2004 se lanzó un programa similar orientado a la producción de biodiésel a partir de la soja. Desde 2008 todo el diésel adquirido debe incorporar un 2% de biodiésel, y dicho porcentaje aumentará al 5% en 2013.

En cuanto a la Unión Europea, la Directiva 2003/30/EC estableció que los estados miembros debían fijar porcentajes mínimos obligatorios para la mezcla de biocarburantes en la gasolina y el gasoil usado para el transporte, comenzando por el 2% en diciembre de 2005 hasta alcanzar el 5.75% en 2010. Para facilitar el logro de este objetivo se ofrecen, como medidas de apoyo, exenciones fiscales y subsidios a la inversión. Sin embargo, el objetivo de 2005 no llegó a cumplirse y sólo unos pocos estados (Alemania, Austria y Francia) fueron capaces de acercarse al objetivo del 2% (Schlegel, S., Kaphengst, T. 2008). En consecuencia, la Comisión Europea adoptó en 2005 el Plan de Acción de la Biomasa y en 2006 la Estrategia para los Biocarburantes con el propósito de influir favorablemente tanto en la oferta como en la demanda de biomasa. La Estrategia para los Biocarburantes clarificó que el crecimiento de los biocarburantes debería realizarse garantizando que no se incrementasen los daños ambientales y enfatizó la necesidad de mejorar las reducciones en los gases de efecto invernadero. El paquete de medidas energéticas de la Comisión Europea de enero de 2007 estableció un nuevo objetivo del 10% del mercado de gasolina y diésel que deberá cubrirse con biocarburantes en 2020. Un resumen de la normativa en la Unión Europea puede encontrarse en Cerdá, Caparrós y Ovando, 2008.

En España se aplica un tipo impositivo cero a los hidrocarburos en concepto de impuesto especial de los hidrocarburos y esta medida se mantendrá hasta el 31 de diciembre de 2012 siempre y cuando la evolución comparativa de los costes de producción de los productos pe-

trolíferos y de los biocarburantes lo justifique. (Mosquera y Merino, 2008). El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2012 asume el objetivo comunitario del 5,75 para 2010. En concreto, los objetivos del PER son de 1.352.600 toneladas para el bioetanol y de 1.493.700 para el biodiésel. En conjunto, estos objetivos equivalen al 5,83 por ciento del consumo de gasolina y gasóleo previstos para esa fecha y, por tanto, ligeramente por encima del objetivo comunitario.

Estas políticas, juntamente con los altos precios del petróleo y los moderados precios de las materias primas durante algunos años han contribuido al relanzamiento de la industria de los biocarburantes, creando al mismo tiempo unas expectativas extremadamente optimistas sobre las posibilidades futuras. Sin embargo, junto a las ventajas y los argumentos a favor, en los últimos tiempos también se han elevando algunas voces para señalar que los biocombustibles también presentan determinados peligros o amenazas que no se pueden dejar de considerar. Por otra parte, la evolución de los mercados, y muy especialmente las elevaciones en los precios agrícolas, han avivado enormemente el debate acerca de los biocarburantes y han llevado a poner en cuestión si es conveniente seguir profundizando en el desarrollo y la aplicación de las políticas de promoción. En la sección siguiente se presentan las principales líneas en torno a las cuales se ha desarrollado el debate acerca de los biocombustibles y las políticas de promoción de las mismas.

5. La discusión acerca de los biocombustibles

Posiblemente el origen más importante de las críticas y advertencias acerca de los biocombustibles se debe al hecho de que estos son intensivos en el uso de la tierra. Por tanto, es natural concluir que su empleo masivo presionaría sobre los usos de la tierra, incluyendo la producción de alimentos y los hábitats naturales.

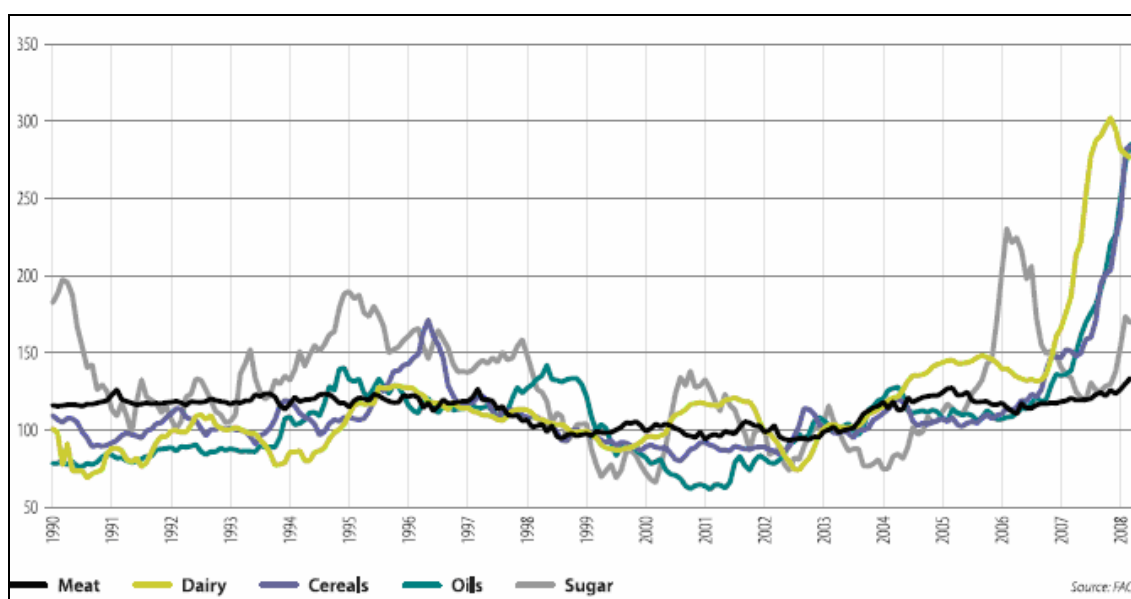
Entre los argumentos a favor de los biocombustibles se ha señalado que la mayor demanda de los productos agrarios favorecerá a los agricultores. Sin embargo, la otra cara de la moneda es que también puede perjudicar a los consumidores al encarecer los alimentos básicos y dificultar su acceso, fundamentalmente, a los más pobres. Esta cuestión resulta particularmente relevante en un contexto en que una elevada proporción de la población mundial

pasa hambre y la preocupación por el suministro de alimentos ocupa un lugar destacado en las prioridades de la humanidad. Garrido, Atance y Gómez (2009) señalan que, “desde 2007 la agricultura ha ascendido en la lista de las prioridades urgentes de la humanidad, hasta ocupar un lugar casi equivalente al de los conflictos bélicos, la lucha contra la pobreza y el cambio climático” (pp. 41-42).

Una forma de expresar el principal problema asociado a los biocombustibles consiste en señalar que generan un vínculo entre los mercados de alimentos y los mercados energéticos por medio del sector agrario, que se convierte en proveedor de ambos. Mediante el uso de los biocombustibles, los usos energéticos se convierten en una competencia directa para los usos alimenticios por los productos agrarios. Ello refuerza el papel clave de la agricultura como sector estratégico desde distintos puntos de vista.

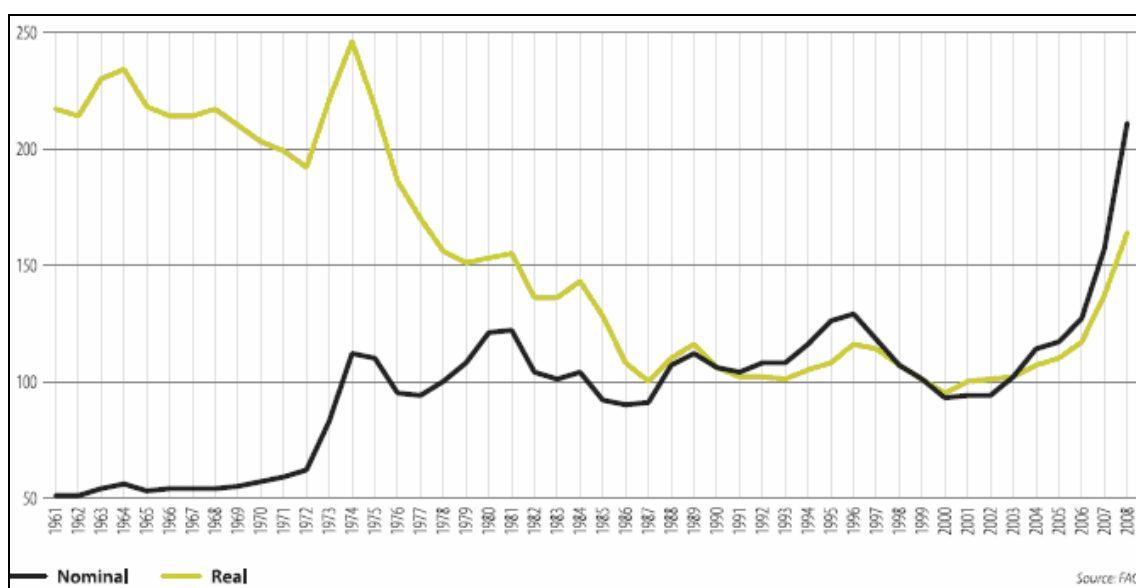
La preocupación por el suministro alimenticio ha quedado de manifiesto por las recientes elevaciones de los precios de los alimentos (véanse las Figuras 8 y 9). Cabe señalar aquí que en la actualidad, muchas cuestiones relativas a los biocombustibles están sujetas a controversia y resulta difícil encontrar un consenso generalizado. También sucede esto en el asunto de responsabilidad en el alza de los precios de los alimentos y las posibles dificultades para el suministro alimentario. Así, por ejemplo, la organización Oxfam (2007) ha señalado el peligro que los objetivos impuestos por la Unión Europea pueden suponer para las personas pobres. Banse, Meijl y Woltjer (2008) concluyen que “las políticas de biocombustibles contribuyen al actual incremento de los precios de los alimentos, especialmente para aquellos productos que están en directa competencia para el consumo final de alimentos y de combustible, como el maíz, el azúcar y las oleaginosas. (...) Este efecto positivo sobre los precios agrícolas tiene consecuencias, especialmente para las poblaciones urbanas pobres de los países de bajas rentas deficitarios en alimentos y energía” (p. 26).

Figura 8. Índices de precios mensuales de la FAO por grupos de alimentos



Fuente: FAO (2008)

Figura 9. Índice extendido anual de la FAO de los precios de los alimentos



Fuente: FAO (2008)

Sin embargo, otros análisis señalan que, en la medida en que los biocombustibles representan un porcentaje pequeño en la demanda total de productos agrarios, no es justo culparlos de las alzas mundiales de los precios. Así, por ejemplo, Benjumea (2008) señala que “la producción de cereal dedicada a bioetanol en Europa en 2007 ha sido del 2%, y no superará el 4% para conseguir los objetivos fijados para 2010. Cantidades pequeñas para que puedan afectar significativamente a los precios” y que,

las elevaciones de los precios obedecen a las malas cosechas de los últimos años junto a la mayor proveniente, por un lado de los mercados asiáticos, y por otro lado de los fondos de inversión con propósitos especulativos. En la misma línea, aunque de modo más moderado, Keyzer, Merbis y Voortman (2008) advierten que “sería una simplificación excesiva atribuir a los biocombustibles todas las culpas de las fluctuaciones en los mercados de alimentos, puesto que ello supondría obviar otros factores

tales como la especulación y la elevación de la demanda de carne y alimentos para los animales en Asia” (p. 509).

Por tanto, con nuestro actual nivel de conocimientos resulta complicado establecer con precisión una medida cuantitativa de este efecto. Como en otras cuestiones en economía nos encontramos con la dificultad de evaluar un impacto (en este caso, el de la mayor demanda de productos agrarios debida al empleo de biocombustibles) al encontrarse este mezclado con otros como los señalados en el apartado anterior (las malas cosechas y el aumento de la demanda por otros motivos diferentes). Conocer con certeza el grado de responsabilidad de los biocombustibles exigiría comparar la situación actual con otro escenario en el que todo fuese igual excepto por el hecho de que no se emplearan los biocombustibles como fuente energética. Obviamente, este ejercicio únicamente se puede realizar en términos abstractos y siempre estará sujeto a algún tipo de arbitrariedad.

En todo caso, el simple riesgo de que el uso de este tipo de combustibles pueda agravar, aunque sea limitadamente, un problema ya de por sí acuciante, arroja una sombra de duda sobre la conveniencia de seguir promoviendo la implantación generalizada de estas fuentes energéticas. Posiblemente son correctas tanto las advertencias acerca de los posibles riesgos de los biocombustibles como las afirmaciones de que los efectos, por el momento, han sido limitados. Sin embargo, no sería prudente obviar la constatación de dicho riesgo pone en duda la conveniencia de seguir ampliando la producción y el consumo de los biocombustibles. En esta línea, el informe Gallagher concluye, como uno de sus principales resultados, que es preciso ralentizar el crecimiento de los biocombustibles en tanto que se logren aplicar controles adecuados para abordar los efectos de desplazamiento de la actividad agraria inducidos. Y afirma que “una ralentización también reducirá el impacto de los biocombustibles sobre los precios de los alimentos, especialmente de las oleaginosas, que está teniendo un impacto negativo, sobre la gente más pobre” (p. 8).

Una de las posibles vías para solventar, o al menos mitigar, este problema consiste en el desarrollo de los llamados biocombustibles de segunda generación, que proceden de residuos forestales y de cultivos que no son susceptibles de emplearse para usos alimentarios. De

hecho, este nuevo tipo de combustibles se apunta como una posible solución para muchos de los problemas que presentan los biocombustibles de primera generación. En un estudio reciente, la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2008) señala que los biocombustibles de segunda generación son relativamente inmaduros de modo que todavía tienen un gran potencial para la reducción de costes y mejoras en la eficiencia. Es, por tanto, probable que en el futuro se conviertan en una parte importante de la solución al problema de la sostenibilidad energética (particularmente, en el sector del transporte). Sin embargo, su escaso nivel de desarrollo implica que estén sometidos todavía a considerables fuentes de incertidumbre técnica y económica.

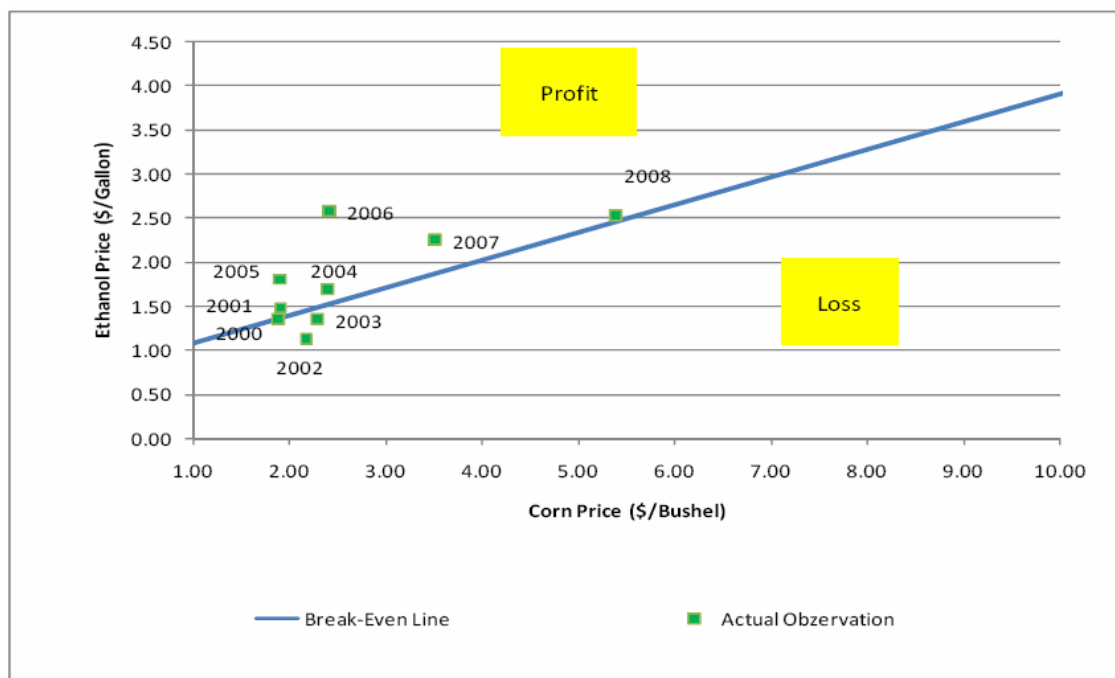
Una segunda crítica que se ha formulado para el empleo de los biocarburantes tiene que ver con su rentabilidad económica. Como hemos visto más arriba, uno de los principales atractivos de esta alternativa energética es la posibilidad de reducir la dependencia del petróleo, cuyo coste ha estado aumentando de manera importante y, consiguientemente, de reducir el coste de la producción energética al mismo tiempo que se reduce la dependencia exterior. Sin embargo, también existen opiniones que señalan que los biocombustibles pueden constituir una alternativa bastante costosa si se tienen en cuenta los costes totales de producción a lo largo de sus distintas fases, y si se descuentan las subvenciones y ayudas públicas. Una vez más, las elevaciones de los precios agrarios, al tiempo que han desatado la alarma por el riesgo de los suministros alimentarios, también han sido la espoleta que al parecer ha comprometido la rentabilidad económica de los biocombustibles. La principal excepción a esta afirmación la constituye el etanol producido a partir de caña de azúcar en Brasil, cuyas condiciones naturales, unidas a la decidida política de apoyo seguida por el gobierno brasileño durante varios años, convierten esta actividad productiva en extraordinariamente rentable.

Tyner y Taheripour (2008) muestran que un productor americano representativo de etanol a partir de maíz puede operar con un beneficio económico nulo al precio de 2.5 \$ por bushel (que aproximadamente equivale a 25 kg y medio) de maíz y 1.55 \$ por galón (que equivale a unos 3.8 litros) de etanol, pero esta proporción cambia según aumentan los precios del maíz como se ilustra en la Figura 10. En esta figura se revela que, a principios de la década

de los 2000, los productores americanos de etanol estaban en torno a la cola inferior de la línea de beneficio nulo. Como una parte del precio del etanol recibido por los productores estaba subsidiada por el gobierno federal, se concluye que a principio de la década esta industria no era rentable en ausencia de subsidios.

Esta situación pone de manifiesto una debilidad de los biocombustibles como sustitutos de los combustibles fósiles. Si el petróleo está sujeto a considerable inestabilidad geoeconómica, los precios de los productos agrarios también están tradicionalmente sometidos a una considerable inestabilidad. Desde el punto de vista económico, todos los estudios sue-

Figura 10. Línea de beneficio económico nulo para la producción del etanol, según los precios del etanol y del maíz.



Fuente: Tyner y Taheripor (2008).

En la figura también se puede observar que los márgenes de beneficios se ampliaron notablemente en los años 2004 a 2007, lo que generó un fuerte incentivo para las inversiones en la industria del etanol. Rotman (2008) explica que durante esos años, la industria del etanol a partir del maíz parecía ser "la gallina de los huevos de oro", al producir un producto caro (el etanol) a partir de una materia prima barata (el maíz). Esta favorable coyuntura produjo una euforia irracional por el etanol, llevando a multiplicar el número de fábricas de bioetanol, agrupadas sobre todo en los estados donde se cultiva maíz (Iowa, Minnesota, Illinois, Indiana, Dakota del Sur y Nebraska). Sin embargo, las fuertes elevaciones de los precios del maíz, junto a la saturación del mercado de los biocombustibles han puesto en serias dificultades a los productores y muchos han pasado a tener pérdidas económicas.

len concluir que los biocombustibles constituyen una alternativa tanto más rentable en la medida en que los precios del crudo sean más altos (véanse, por ejemplo, las conclusiones de Banse, Meijl y Woljer, 2008). Cuando más caro sea el petróleo, más competitivos resultan los biocombustibles. De este modo, la rentabilidad de la producción resulta estar ligada, por un lado al precio del petróleo y, por otro lado, al precio de las materias primas agrarias. De este modo, la volatilidad de los beneficios parece ser un inevitable (y poco grato) compañero de viaje de esta actividad económica, al depender de la evolución de dos mercados intrínsecamente muy inestables.

Un tercer bloque de críticas que han recibido los biocombustibles tienen que ver con los aspectos ambientales. En primer lugar, la impresión inicial de que los biocombustibles no emiten CO₂ en términos netos (al limitarse a

liberar CO₂ previamente capturado) debe ser matizada. En primer lugar, es preciso contar con las emisiones contaminantes que se producen, no sólo en momento de la combustión, sino también en todo el proceso de cultivo, procesamiento y transporte de la biomasa (véase, por ejemplo, Pimentel y Patzek, 2005 o Farrell y otros, 2006). En la práctica, los biocombustibles suelen consumir una considerable cantidad de energía que en gran parte de obtiene de combustibles fósiles.

Esta circunstancia hace que resulte difícil hacer valoraciones exactas sobre el saldo de emisiones contaminantes de los biocombustibles en comparación con los combustibles tradicionales y, más aún, obtener conclusiones generales para todos los casos, puesto que existen importantes diferencias entre tipos de combustibles y entre distintos estudios de caso, según la región de origen, la tecnología empleada, etc. Por ejemplo, en cuanto al etanol obtenido del maíz, Farrel y otros (2006) concluyen en un meta-análisis que este combustible general unas emisiones de gases de efecto invernadero ligeramente inferiores a los de la gasolina. En cuanto al biodiesel, Sheehan y otros (2000) concluyen que este combustible permite reducir considerablemente las emisiones de CO₂, de materia particulada, de CO y de SO_x, aunque aumenta las emisiones de NO_x y de HC sin quemar. Rajagopal y Zilberman (2007) presentan un resumen de distintos estudios acerca de los efectos ambientales de los biocombustibles.

Por otra parte, en un influyente estudio, Searchinger y otros (2008) mostraron que puede existir también un efecto indirecto debido a que, la mayor demanda de biocombustibles puede incentivar a los agricultores a ampliar sus cultivos a expensas de terrenos forestales y pastos. En dicho estudio, mediante un modelo agrario de simulación a escala mundial, se estima que el etanol procedente del maíz, en vez de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, las incrementará a largo plazo debido a esos cambios en el uso de la tierra. Además, esta reorientación de la política de cultivos parece estar contribuyendo a acelerar el proceso de deforestación y posee un potencial efecto negativo sobre la biodiversidad.

Por otra parte, la intensificación de los cultivos podría aumentar el empleo de ciertos inputs agrarios contaminantes, como los fertilizantes y los pesticidas. Los fertilizantes nitrogenados, además de acidificar el suelo, incrementan las

emisiones de NO₂, que es un importante gas de efecto invernadero. Por último, en la medida en que la mayor demanda agraria pueda cubrirse a costa de sustituir superficie forestal por explotaciones agrarias, se podrán agravar otros impactos ambientales derivados de la actividad agraria, como la erosión del suelo, la eutrofización, la degradación del paisaje o la pérdida de biodiversidad.

En este sentido, el informe Gallagher (RFA 2008) concluye que la producción de biocombustibles debería focalizarse en terrenos baldíos y marginales y que los biocombustibles sólo resultan rentables desde el punto de vista ambiental en la medida en que se minimicen los efectos ambientales negativos derivados de los cambios inducidos en el uso de la tierra.

6. Conclusiones

En estas páginas se ha realizado una síntesis de algunas de las cuestiones más relevantes del empleo de los biocombustibles como fuente energética. Como hemos visto, el empleo de la biomasa para la producción de energía no es un fenómeno nuevo, sino que se remonta a los principios de la civilización humana, en distintas formas, como el uso de leña o de residuos animales para la producción de calor en los hogares. Sin embargo, esta fuente energética, que nunca se había dejado de emplear en los países menos desarrollados pero sí estaba cayendo en desuso en los más industrializados, ha experimentado un fuerte impulso en los últimos años en forma de biocarburantes y, muy prominentemente, como biocarburantes para el transporte.

Hemos indicado que el surgimiento de este interés está bien fundamentado en argumentos nada despreciables. Los biocarburantes han creado unas pujantes expectativas acerca de la posibilidad de disponer de fuentes energéticas renovables, limpias, y a bajo coste, al mismo tiempo que se reduce la dependencia energética del exterior, se fortalece el sector agrario y se crean empleos, fundamentalmente en el ámbito rural. Los gobiernos de distintos países y la propia Unión Europea han entendido que estas potencialidades de los biocombustibles eran merecedoras de especial atención y que justificaban la implementación de medidas de apoyo para su promoción, en forma de normas obligatorias sobre su porcentaje en las mezclas, exenciones fiscales o, en el caso de Estados Unidos, barreras arancelarias.

Especialmente exitosa ha sido la política de Brasil, que durante 3 décadas ha ido desarrollando una fuerte industria de producción de bioetanol a partir de la caña de azúcar, convirtiéndose en el segundo productor del mundo y alcanzando un elevado nivel de implantación a nivel nacional. La apuesta de la Unión Europea en general, y de España en particular también ha sido decidida, aunque más tardía y todavía no ha arrojado los resultados esperados, si bien es cierto que tal vez es pronto para extraer conclusiones puesto que todavía nos encontramos dentro de los plazos previstos para la obtención de los logros planteados a más largo plazo.

Por otra parte, en estas líneas también hemos querido prestar especial atención al hecho de que, junto al apoyo y los numerosos argumentos a favor, los biocombustibles no han estado libres de críticas y polémica. En particular, numerosos estudios han señalado que la ampliación desmedida en el uso de estas fuentes energéticas puede resultar peligrosa debido a que no todos sus efectos se han calibrado correctamente. Por una parte, cabe destacar que los supuestos beneficios ambientales de los biocarburantes no están libres de matizaciones y no faltan quienes afirman que dichos beneficios no son tales. Es preciso considerar, no sólo las emisiones de CO₂ originadas en la propia combustión (que se podrían entender como ya compensadas con el carbono atrapado por los cultivos durante la fotosíntesis), sino también aquellas que se generan durante todo el proceso de cultivo, recolección, transporte y procesamiento de las materias primas. Adicionalmente, la actividad agraria necesaria para la producción de los biocombustibles también genera otros impactos ambientales vinculados al empleo de fertilizantes y pesticidas, la erosión del suelo y otros.

También ha sido criticado el hecho de que los biocombustibles son escasamente rentables y, en la actualidad, son muy dependientes del apoyo de las políticas públicas. De todas las críticas, posiblemente esta es la más salvable. En primer lugar, porque también otros sectores (y también el energético) han sido tradicionalmente subvencionados, y en segundo lugar, por el argumento de la industria naciente. Supuesto que en los próximos años los esfuerzos de investigación, desarrollo e innovación serán exitosos, cabe esperar que la rentabilidad de esta actividad se vea incrementada y logre ser independiente de las ayudas públicas.

Pero posiblemente la principal fuente de críticas proviene del hecho de que el empleo de los biocombustibles establece un vínculo entre el mercado energético y el mercado agrario cuyas consecuencias no parecen ser muy deseables. Al convertirse en un uso alternativo para los productos agrarios, los biocombustibles pueden presionar los usos de la tierra, elevar los precios de los alimentos y perjudicar a los consumidores y, de modo más particular, a los más pobres y vulnerables. Por otra parte, en la medida en que la mayor demanda suponga un fuerte incentivo para los productores, las explotaciones agrarias podrían extenderse y reorientarse, suponiendo una amenaza para las zonas forestales y para la biodiversidad.

Una conclusión que cabe obtener de toda la literatura relacionada, incluyendo informes técnicos, artículos académicos, notas de prensa y trabajos divulgativos es que resulta muy difícil obtener conclusiones de validez general. Por una parte, los resultados técnicos, económicos y ambientales parecen depender fuertemente de las características particulares del caso de estudio (el tipo de cultivo, las condiciones geológicas y climáticas) así como de las condiciones del mercado (el precio del petróleo y de las materias primas). Por otra parte, dejando aparte los trabajos meramente académicos, no es infrecuente encontrar documentos publicados por personas, empresas u organismos cuya postura a priori no es imparcial, ya sea por intereses económicos o por los principios que defiende dicho organismo. Por lo tanto, dependiendo de las fuentes y de los casos de estudio que uno elija, puede llegar a conclusiones totalmente diferentes.

Nos encontramos, por tanto, en un momento complejo en que, tanto las principales ventajas como los inconvenientes de los biocombustibles ya se han puesto sobre la mesa y se requiere una adecuada valoración de los mismos por parte de los técnicos y de los poderes públicos para orientar las políticas convenientemente. La disparidad de los resultados ha dejado claro que es preciso evitar las generalizaciones y simplificaciones excesivas. Es preciso considerar cuidadosamente las consecuencias de cada política caso por caso.

Concluimos este trabajo con la visión entre optimista y prudente que se puede obtener del informe Gallagher. En dicho informe se concluye que probablemente hay suficientes tierras para los usos alimentarios y para los biocombustibles y que existe la posibilidad real de

configurar una industria energética genuinamente sostenible en la medida en que los esfuerzos se orienten del modo adecuado. Para es preciso evitar el crecimiento desordenado del sector y asegurarse de que la actividad productiva se localiza con criterios de sostenibilidad económica, social y ambiental. También es preciso controlar los efectos indirectos derivados de los cambios en los usos de la tierra

haciendo que la producción se centre en tierras marginales y en el uso de residuos forestales. Los biocombustibles de segunda generación ofrecen una salida prometedora para muchos de los problemas planteados por la primera generación y parece que el futuro pasa necesariamente por apostar por esta alternativa y por promover y apoyar todos los esfuerzos de investigación y desarrollo.

Referencias bibliográficas

- Appa (2008) "Capacidad, producción y consumo de biocarburantes en España. Situación y perspectivas".
- Banse, M., van Meijl, H., Woltjer, G. (2008) "Consequences of EU biofuel policies on agricultural production and land use" *Choices* 23(3): 22-27.
- Barnes, D. F., Floor, W. M. (1996) "Rural Energy in Developing Countries: A Challenge for Economic Development," *Annual Review of Energy and the Environment* 21: 497-530.
- Benjumea, F. (2008) "El reto del desarrollo sostenible". Artículo periodístico en *Cinco Días*, 29-abril-2008.
- Blanchard O., y otros (1995) Spanish Unemployment: Is There a Solution? Centre for Economic Policy Research, Londres.
- Cerdá, E. (2009) "La bioenergía: nuevas oportunidades". Próxima aparición en *Claves de la Economía Mundial 09*. Editado por el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) y el Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), Madrid.
- Cerdá, E., Caparrós, A., Ovando, P. (2008) "Bioenergía en la Unión Europea" *Ekonomiaz* 67 (Economía del cambio climático. Diseño de políticas de mitigación y adaptación): 156-181.
- Daly, D. (1990) "Toward some operational principles of sustainable development" *Ecological Economics* 2: 1-6.
- FAO(2008) "Soaring Food Prices: facts, perspective, impacts and actions required. High-level Conference on World Food Security". FAO, Roma.
- Farrell, A. E., Plevin, R. J., Turner, B. T., Jones, A. D., O'Hare, M., Kammen, D. M. (2006) "Ethanol can contribute to energy and environmental goals" *Science* 311, 5760: 506-508.
- Fernández, C.A. (2007) "Biocarburantes en España: un momento complicado para una industria en expansión" *Energía: ingeniería energética y medioambiental* 33 (número extraordinario 202, dedicado a biomasa-biocarburantes): 12-19.
- Gardner, B., Tyner, W. (2007) "Explorations in Biofuels Economics, Policy, and History: Introduction to the Special Issue". *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization* Vol 5 (2), artículo 1.
- Garrido, A., Atance, I., Gómez, A. (2009) "Agricultura, alimentación, biocarburantes y medio ambiente" *Información Comercial Española* 847: 41-57.
- Hazell, P. Pachauri, P.K. (eds) (2006) "Bioenergy and agriculture: promises and challenges". *International Food Policy Research Institute 2002 Focus*. No. 14.
- IEA (2004) "Biofuels for Transport. An International Perspective", International Energy Agency 2008.
- IEA (2008) "From 1st to 2nd generation biofuel technologies. An overview of current industry and RD&D activities", International Energy Agency 2008.
- IEA (2009) "Key world energy statistics, 2008". International Energy Agency.
- Keyzer, M.A., Merbis, M. D., Voortman, R. L. (2008) "The biofuel controversy" *De Economist* 156: 507-527.
- Mosquera, P., Merino, L. (2008) "Los biocarburantes en España" *Innovación (revista de la escuela de negocios eoi)* Num. 10 (sept. 2008): 32-41.
- OECD (2008) "Economic Assessment of Biofuel Support Policies". Organisation for Economic Co-operation and Development, Directorate for Trade and Agriculture.
- Oxfam (2007) "Amenaza biocombustible. Por qué el objetivo de consumo de biocombustibles de la UE puede ser negativo para las personas pobres. Nota informativa de Oxfam, noviembre de 2007.

- Pimentel, D., Patzek, T. (2005) "Ethanol production using corn, switchgrass, and Wood; biodiesel production using soybean and sunflower" *Natural Resources Research* 14: 65-76.
- Rajagopal, D. y Zilberman, D. (2007) "Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels" *The World Bank*. Policy Research Working Paper 4341.
- Ren21 (2008) "Renewables 2007. Global Status Report". Renewable Energy Policy Network for the 21st century.
- RFA (2008) "The Gallagher review of the indirect effects of biofuels production" Renewable Fuels Agency, julio 2008.
- Rotman, D. (2008) "El precio de los biocombustibles" *Innovación (revista de la escuela de negocios eoi)* Num. 10 (sept. 2008): 22-31.
- Schlegel, S., Kaphengst, T. (2008) "European Union policy on bioenergy and the role of sustainability criteria and certification systems" *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization* 5, artículo 7.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. y Yu, T.H. (2008) Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change. *Science Express* (7 feb, 2008).
- Tahvonen, O. y Salo, S. (2001) "Economic growth and transitions between renewable and nonrenewable energy resources" *European Economic Review* 45: 1379-1398.
- Tyner, W, Taheripour, F. (2008) "Biofuels, policy options and their implications: analyses using partial and general equilibrium approaches" *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, Vol 7, artículo 9.
- Vivero-Pol, J.L, Porrás-Gómez, C. (2008) "Los biocombustibles en el marco de la crisis alimentaria, energética y ambiental. Reflexiones y propuesta para España". OPEX (Observatorio de Política Exterior Española). Fundación Alternativas. Documento de trabajo 34/2008.

Últimos títulos publicados

DOCUMENTOS DE TRABAJO “EL VALOR ECONÓMICO DEL ESPAÑOL”

- DT 13/08 de Diego Álvarez, Dorotea; Rodrigues-Silveira, Rodrigo; Carrera Troyano Miguel: *Estrategias para el Desarrollo del Cluster de Enseñanza de Español en Salamanca*
- DT 12/08 Quirós Romero, Cipriano: *Lengua e internacionalización: El papel de la lengua en la internacionalización de las operadoras de telecomunicaciones.*
- DT 11/08 Girón, Francisco Javier; Cañada, Agustín: *La contribución de la lengua española al PIB y al empleo: una aproximación macroeconómica.*
- DT 10/08 Jiménez, Juan Carlos; Narbona, Aranzazu: *El español en el comercio internacional.*
- DT 09/07 Carrera, Miguel; Ogonowski, Michał: *El valor económico del español: España ante el espejo de Polonia.*
- DT 08/07 Rojo, Guillermo: *El español en la red.*
- DT 07/07 Carrera, Miguel; Bonete, Rafael; Muñoz de Bustillo, Rafael: *El programa ERASMUS en el marco del valor económico de la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera.*
- DT 06/07 Criado, María Jesús: *Inmigración y población latina en los Estados Unidos: un perfil socio-demográfico.*
- DT 05/07 Gutiérrez, Rodolfo: *Lengua, migraciones y mercado de trabajo.*
- DT 04/07 Quirós Romero, Cipriano; Crespo Galán, Jorge: *Sociedad de la Información y presencia del español en Internet.*
- DT 03/06 Moreno Fernández, Francisco; Otero Roth, Jaime: *Demografía de la lengua española.*
- DT 02/06 Alonso, José Antonio: *Naturaleza económica de la lengua.*
- DT 01/06 Jiménez, Juan Carlos: *La Economía de la lengua: una visión de conjunto.*

WORKING PAPERS

- WP 11/09 J. André, Francisco: *Los Biocombustibles. El Estado de la cuestión.*
- WP 10/09 Luengo, Fernando: *Las deslocalizaciones internacionales. Una visión desde la economía crítica*
- WP 09/09 Dobado, Rafael; Guerrero, David: *The Integration of Western Hemisphere Grain Markets in the Eighteenth Century: Early Progress and Decline of Globalization.*
- WP 08/09 Álvarez, Isabel; Marín, Raquel; Maldonado, Georgina: *Internal and external factors of competitiveness in the middle-income countries.*
- WP 07/09 Minondo, Asier: *Especialización productiva y crecimiento en los países de renta media.*
- WP 06/09 Martín, Víctor; Donoso, Vicente: *Selección de mercados prioritarios para los Países de Renta Media.*
- WP 05/09 Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *Exportaciones y crecimiento económico: estudios empíricos.*

- WP 04/09 Minondo, Asier; Requena, Francisco: *¿Qué explica las diferencias en el crecimiento de las exportaciones entre los países de renta media?*
- WP 03/09 Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *The Determinants of Institutional Quality. More on the Debate.*
- WP 02/09 Granda, Inés; Fonfría, Antonio: *Technology and economic inequality effects on international trade.*
- WP 01/09 Molero, José; Portela, Javier y Álvarez Isabel: *Innovative MNEs' Subsidiaries in different domestic environments.*
- WP 08/08 Boege, Volker; Brown, Anne; Clements, Kevin y Nolan Anna: *¿Qué es lo "fallido"? ¿Los Estados del Sur, o la investigación y las políticas de Occidente? Un estudio sobre órdenes políticos híbridos y los Estados emergentes.*
- WP 07/08 Medialdea García, Bibiana; Álvarez Peralta, Nacho: *Liberalización financiera internacional, inversores institucionales y gobierno corporativo de la empresa*
- WP 06/08 Álvarez, Isabel; Marín, Raquel: *FDI and world heterogeneities: The role of absorptive capacities*
- WP 05/08 Molero, José; García, Antonio: *Factors affecting innovation revisited*
- WP 04/08 Tezanos Vázquez, Sergio: *The Spanish pattern of aid giving*
- WP 03/08 Fernández, Esther; Pérez, Rafaela; Ruiz, Jesús: *Double Dividend in an Endogenous Growth Model with Pollution and Abatement*
- WP 02/08 Álvarez, Francisco; Camiña, Ester: *Moral hazard and tradeable pollution emission permits.*
- WP 01/08 Cerdá Tena, Emilio; Quiroga Gómez, Sonia: *Cost-loss decision models with risk aversion.*
- WP 05/07 Palazuelos, Enrique; García, Clara: *La transición energética en China.*
- WP 04/07 Palazuelos, Enrique: *Dinámica macroeconómica de Estados Unidos: ¿Transición entre dos recesiones?*
- WP 03/07 Angulo, Gloria: *Opinión pública, participación ciudadana y política de cooperación en España.*
- WP 02/07 Luengo, Fernando; Álvarez, Ignacio: *Integración comercial y dinámica económica: España ante el reto de la ampliación.*
- WP 01/07 Álvarez, Isabel; Magaña, Gerardo: *ICT and Cross-Country Comparisons: A proposal of a new composite index.*
- WP 05/06 Schünemann, Julia: *Cooperación interregional e interregionalismo: una aproximación social-constructivista.*
- WP 04/06 Kruijt, Dirk: *América Latina. Democracia, pobreza y violencia: Viejos y nuevos actores.*
- WP 03/06 Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *Exportaciones y crecimiento en España (1980-2004): Cointegración y simulación de Montecarlo.*
- WP 02/06 García Sánchez, Antonio; Molero, José: *Innovación en servicios en la UE: Una aproximación a la densidad de innovación y la importancia económica de los innovadores a partir de los datos agregados de la CIS3.*
- WP 01/06 Briscoe, Ivan: *Debt crises, political change and the state in the developing world.*
- WP 06/05 Palazuelos, Enrique: *Fases del crecimiento económico de los países de la Unión Europea-15.*

- WP 05/05 Leyra, Begoña: *Trabajo infantil femenino: Las niñas en las calles de la Ciudad de México.*
- WP 04/05 Álvarez, Isabel; Fonfría, Antonio; Marín Raquel: *The role of networking in the competitiveness profile of Spanish firms.*
- WP 03/05 Kausch, Kristina; Barreñada, Isaías: *Alliance of Civilizations. International Security and Cosmopolitan Democracy.*
- WP 02/05 Sastre, Luis: *An alternative model for the trade balance of countries with open economies: the Spanish case.*
- WP 01/05 Díaz de la Guardia, Carlos; Molero, José; Valadez, Patricia: *International competitiveness in services in some European countries: Basic facts and a preliminary attempt of interpretation.*
- WP 03/04 Angulo, Gloria: *La opinión pública española y la ayuda al desarrollo.*
- WP 02/04 Freres, Christian; Mold, Andrew: *European Union trade policy and the poor. Towards improving the poverty impact of the GSP in Latin America.*
- WP 01/04 Álvarez, Isabel; Molero, José: *Technology and the generation of international knowledge spillovers. An application to Spanish manufacturing firms.*

POLICY PAPERS

- PP 02/09 Carrasco Gallego, José Antonio: *La Ronda de Doha y los países de renta media.*
- PP 01/09 Rodríguez Blanco, Eugenia: *Género, Cultura y Desarrollo: Límites y oportunidades para el cambio cultural pro-igualdad de género en Mozambique.*
- PP 04/08 Tezanos, Sergio: *Políticas públicas de apoyo a la investigación para el desarrollo. Los casos de Canadá, Holanda y Reino Unido*
- PP 03/08 Mattioli, Natalia *Including Disability into Development Cooperation. Analysis of Initiatives by National and International Donors*
- PP 02/08 Elizondo, Luis: *Espacio para Respirar: El humanitarismo en Afganistán (2001-2008).*
- PP 01/08 Caramés Boada, Albert: *Desarme como vínculo entre seguridad y desarrollo. La reintegración comunitaria en los programas de Desarme, desmovilización y reintegración (DDR) de combatientes en Haití.*
- PP 03/07 Guimón, José: *Government strategies to attract R&D-intensive FDI.*
- PP 02/07 Czaplińska, Agata: *Building public support for development cooperation.*
- PP 01/07 Martínez, Ignacio: *La cooperación de las ONGD españolas en Perú: hacia una acción más estratégica.*
- PP 02/06 Ruiz Sandoval, Erika: *Latinoamericanos con destino a Europa: Migración, remesas y codesarrollo como temas emergentes en la relación UE-AL.*
- PP 01/06 Freres, Christian; Sanahuja, José Antonio: *Hacia una nueva estrategia en las relaciones Unión Europea – América Latina.*
- PP 04/05 Manalo, Rosario; Reyes, Melanie: *The MDGs: Boon or bane for gender equality and women's rights?*
- PP 03/05 Fernández, Rafael: *Irlanda y Finlandia: dos modelos de especialización en tecnologías avanzadas.*
- PP 02/05 Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *Apertura comercial y estrategia de desarrollo.*
- PP 01/05 Lorente, Maite: *Diálogos entre culturas: una reflexión sobre feminismo, género, desarrollo y mujeres indígenas kichwuas.*

PP 02/04

Álvarez, Isabel: *La política europea de I+D: Situación actual y perspectivas.*

PP 01/04

Alonso, José Antonio; Lozano, Liliana; Priale, María Ángela: *La cooperación cultural española: Más allá de la promoción exterior.*