

Villamañán Olfos, Rosa María; Valero Matas, Jesús A.; Chamorro Camazón, César  
Rubén; Segovia Puras, José Juan  
**LOS BIOCOMBUSTIBLES COMO POLÍTICA ENERGÉTICA, HACIA LA  
SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE**  
RIPS. Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas, Vol. 8, Núm. 1, sin mes,  
2009, pp. 13-22  
Universidad de Santiago de Compostela  
España

Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=38011446002>



*RIPS. Revista de Investigaciones Políticas y  
Sociológicas*  
ISSN (Versión impresa): 1577-239X  
[usc.rips@gmail.com](mailto:usc.rips@gmail.com)  
Universidad de Santiago de Compostela  
España

¿Cómo citar?

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista

# LOS BIOCOMBUSTIBLES COMO POLÍTICA ENERGÉTICA, HACIA LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE<sup>1</sup>

Rosa María Villamañán Olfos, Jesús A. Valero Matas, César Rubén Chamorro Camazón y José Juan Segovia Puras

Universidad de Valladolid  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

**Resumen:** La sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles está siendo propuesta por la Unión Europea como parte de la estrategia para lograr un medioambiente sostenible, disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero del transporte, aumentar la seguridad energética y apoyar el desarrollo del empleo en el medio rural. En los últimos años, tanto la Unión Europea (UE) como España han promulgado normativas para fomentar la utilización de biocombustibles. Este artículo resume las estrategias políticas y normativas que regulan su uso en la UE y en España. Se destaca los principales objetivos que promueve esta política energética de los biocombustibles. Se da una visión panorámica de los biocombustibles de primera generación subrayando los esfuerzos en el desarrollo y comercialización de los biocombustibles de segunda generación. Otras importantes consideraciones para el desarrollo de este sector energético incluyen mejorar las tecnologías existentes, adoptar estándares de calidad por todos los fabricantes y lograr precios más competitivos.

**Palabras clave:** Política, biocombustibles, Unión Europea, España.

**Abstract:** Fossil fuels substitution by biofuels is being propose by the European Union like part of the strategy to obtain a environmental sustainable, to decrease the emission of effect greenhouses gases of transport, to increase the energetic security and to support the development of the employment in rural means. In the last years, European Union (UE) and Spain has promulgated normative for fomenting the use of biofuels. This article summarizes the political and normative strategies that regulate their use in the UE and Spain. The main objectives are emphasized which promote this energetic policy of the biofuels. Panoramic vision of the first generation biofuels emphasizing the efforts in the development and commercialization of the second generation biofuels are exposed. Other important considerations for the development of this energetic sector include to improve the actuals technologies, to adopt standards of quality by all the manufacturers and to obtain more competitive prices.

**Key words:** Policy, biofuel, European Union, Spain.

## INTRODUCCIÓN

Los biocombustibles representan la única alternativa existente en Europa para

disminuir la dependencia energética en el sector del transporte, clave en el sistema económico actual, y que tras el sector ter-

ciario es el que presenta unas expectativas mayores de crecimiento en su demanda energética.

La política energética, tanto de la Unión Europea (UE) como de España, desarrolla diferentes programas para la utilización de los biocombustibles. Los biocombustibles ofrecen numerosos beneficios socio-económicos, de suministro energético, y de sostenibilidad ambiental. Al mismo tiempo deben superar diferentes cuestiones para poder mejorar los costes y los beneficios obtenidos hasta ahora como se discutirá a continuación.

## 1. MARCO POLÍTICO DE LOS BIOCARBURANTES EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESPAÑA

Entre los sectores de actividad que tienen un mayor consumo final de energía se encuentra el sector del transporte. Se presenta como el más problemático en un futuro próximo al ser el más dependiente del petróleo en la actualidad. Los combustibles que proceden del petróleo suponen el 98% de la demanda global de energía en el sector del transporte. La práctica total dependencia de estos combustibles no es lo más idóneo teniendo en cuenta las limitadas reservas del petróleo y la seguridad de suministro ya que muchas de éstas se encuentran en zonas políticamente inestables. De esta manera se ha llegado a fluctuaciones en el precio del petróleo con graves repercusiones en nuestra economía.

Asimismo la contribución de los combustibles fósiles a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es muy relevante. El incremento del sector del transporte es la principal causa de que la UE no cumpla con los objetivos y compromisos del Protocolo de Kyoto de reducir en un 8% los niveles de emisiones GEI en el 2010 respecto a los valores de 1990. La diversificación de fuentes primarias de energía se contempla como una obligación, siendo las fuentes

de energía renovables y en particular los biocombustibles de especial interés.

A continuación se expone el marco general y regulatorio que afecta a los biocombustibles especialmente en lo relacionado con el sector del transporte:

- La Directiva 2003/17/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de marzo de 2003, modifica la Directiva 98/70/CE, fijando, fundamentalmente, el contenido de azufre máximo para gasolinas y gasóleo de automoción (clase A), a partir del 1 de enero de 2009, y para gasóleos destinados a ser utilizados en máquinas móviles no de carretera, tractores agrícolas y forestales, a partir del 1 de enero de 2008.
- La Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo planteó nuevos y mayores objetivos para el consumo de combustibles, estableciendo un aumento sustancial del uso biocombustibles en el transporte, en particular en el transporte por carretera. Los Estados miembros deberán tomar una serie de medidas para conseguir que en el año 2010 un 5,75% de los carburantes fósiles utilizados actualmente (gasolina y gasóleo) haya sido reemplazado por biocarburos a más tardar el 31 de diciembre de 2010. Contempla para ello, entre otros aspectos, una serie de medidas relativas al porcentaje de mezcla de los gasóleos y de las gasolinas con los biocarburos.
- La Directiva 2003/96/CE, de 27 de octubre de 2003 reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.
- El Consejo de Europa en marzo de 2007 se puso de acuerdo en el logro de un 20% de empleo de energías renovables sobre todo el consumo de energía de toda la UE en 2020,

con el siguiente objetivo en biocombustibles:

“...un objetivo mínimo vinculante del 10% deberá ser alcanzado por todos los Estados Miembros para la fracción de biocombustibles en el consumo total de gasóleo y gasolina para el transporte en 2020, de forma que se sea eficiente en costo. El carácter vinculante de este objetivo es apropiado y está supeditado a su producción sostenible, a la disponibilidad comercial de los biocombustibles de segunda generación y a que la Fuel Quality Directive sea enmendada consecuentemente para permitir adecuados niveles de ‘blending’ (mezcla)”.

Es de destacar a nivel español las siguientes normativas:

- Real Decreto 1739/2003, de 19 de diciembre, por el que se modifica el reglamento de los impuestos especiales.
- Real Decreto 1700/2003, de 15 de diciembre, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocombustibles. Constituye la transposición de la Directiva 2003/30/CE del parlamento y del Consejo Europeo.
- Orden de Obligación de biocombustibles (MITyC, BOE 14/9/2008), permite poner en marcha a partir 1/1/2009 un mecanismo cuyo cumplimiento permitirá a España multiplicar casi por 6 el porcentaje de penetración de los biocombustibles y remplazar en dos años más de tres millones de toneladas equivalentes del petróleo. Esta Orden viene a concretar lo previsto en la Ley del Sector Hidrocarburos, tras su modificación por la Ley 12/2007, de 2 de julio. Los biocarburantes deberán representar en términos energéticos en 2009 y

2010 un 3,4% y un 5,83%, respectivamente, de las ventas totales de las gasolinas y gasóleos comercializados en España con fines de transporte.

A la vista de todo ello y para dar cumplimiento a estos objetivos el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) ha elaborado un Plan de Energías Renovables de España (PER) [PERE, 2005, PERER, 2005] que constituye una revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) [PFER, 2000] en España para el periodo 2000-2010. Con esta revisión se trata de mantener el compromiso de producir con fuentes renovables al menos el 12% de la energía consumida en 2010, así como de incorporar los otros dos objetivos indicativos que son un 29,4% de generación eléctrica con renovables y 5,75% de biocombustibles en transporte para ese año.

En cuanto a fiscalidad, los biocombustibles están exentos del Impuesto de Hidrocarburos (IH), medida indispensable para su éxito, aunque mejorable según la opinión de asociaciones de productores de energía como APPA: “fomenta la producción, pero no el consumo, puesto que el tipo español para los combustibles fósiles es más bajo que en los países de nuestro entorno y con ello se favorece la exportación de los biocarburantes”. Una posible solución a esta situación podría venir por el mantenimiento del tipo cero para los biocarburantes y, en línea con la legislación francesa, la fijación de un IH diferenciado en función de su aplicación a diferentes mezclas con biocarburantes, estableciendo tramos según la proporción de las mismas. Este rediseño del IH, que incrementaría la competitividad de los biocombustibles en el mercado global, puede ser una medida con neutralidad recaudatoria al incrementarse su presencia en el cómputo total.

Por otro lado, la comercialización de biocombustible sí está sometida al Impuesto de Ventas Minoristas de Hidrocarburos (IVMH); esta obligación a juicio de

los productores de biodiesel [APPA] no es coherente con la exención del IH ni con otras disposiciones legales y consideran que habría que eliminarla. La incertidumbre sobre el tratamiento fiscal preferente a partir del 2012 es uno de los frenos para la entrada de capital productivo. Una buena medida, de ámbito comunitario, sería garantizar su prolongación más allá de ese año, así como el establecimiento de mecanismos de revisión de la exención que tuviesen en cuenta tanto la evolución del sector plurianualmente, como los factores propios de sus dos mercados de referencia, el agrícola y el energético, a fin de evitar la aprobación de medidas precipitadas y contraproducentes.

Por último, es de destacar que la producción de biocombustibles líquidos puede suponer una alternativa interesante para aquellas tierras agrícolas que, como resultado de la Política Agraria Común (PAC) [PAC] que limita la superficie dedicada a los diversos cultivos herbáceos extensivos, pueden quedar abandonadas, contribuyendo así a la generación de empleo en el área rural (ver Reglamento CE N.º.1259/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999) [RCE, 1999].

## 2. PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Se puede identificar tres objetivos fundamentales en la política de los biocombustibles:

1. Aspectos medioambientales
2. Seguridad de suministro energético
3. Creación de empleo

### 1. Aspectos medioambientales

#### a. Gases de efecto invernadero (GEI)

En la actualidad, el sector del transporte es responsables del 25% de las emisiones españolas de gases de efecto invernadero

(GEI), los que además de deteriorar la calidad del aire que respiramos, son responsables del calentamiento global del planeta. Los biocombustibles se presentan como la alternativa más prometedora para disminuir el impacto ambiental del sector transporte. De hecho no existe ninguna alternativa real viable que pueda generar beneficios similares en un plazo de 20-30 años.

Los cultivos energéticos utilizados para producir biocombustibles toman dióxido de carbono de la atmósfera y vuelve a ella cuando el biocombustibles es quemado. O sea, es un ciclo cerrado (Ciclo de Vida del biocombustible). Sin embargo, el balance de emisiones no es totalmente neutro debido a las emisiones producidas por la maquinaria agrícola necesaria para obtener la materia prima, el consumo energético de las plantas de procesado o el transporte de la biomasa a los centros de producción y de los biocombustible ya elaborados a los puntos de distribución y venta.

Se están publicando informaciones diversas en las que se indica que las reducciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al empleo de biocombustible son pequeñas y que los consumos energéticos fósiles en su producción superan a la energía disponible en el combustible. Ante dichas afirmaciones es necesario remitirse a análisis rigurosos desarrollados tanto por organismos independientes como gubernamentales (Joint Research Center (JRC) de la UE, 2007; Mortimer 2006 y Farrell 2006), en los que se puede encontrar evaluaciones tanto de las emisiones de CO<sub>2</sub> como de los consumos energéticos

La determinación de las emisiones de GEI para un biocombustible es fuertemente dependiente del cultivo del que proceda, de las condiciones de producción y consumo, y del destino que se le de a los residuos y subproductos de la fabricación (en el caso del biodiesel es crítico el destino de la glicerina resultante del proceso de fabricación). Por ello, los resultados pueden ser enormemente dispares entre

distintos estudios e, incluso, dentro de un mismo estudio. En cualquier caso, análisis rigurosamente realizados muestran que la reducción de emisiones de gases de invernadero es muy significativa cuando los vehículos circulan con cualquier mezcla de bioetanol o biodiesel. Vehículos con una mezcla del 10% de bioetanol pueden reducir la emisión de gases de invernadero en 10 gramos de dióxido de carbono por cada kilómetro recorrido (Iogen Corporation 2006). El empleo de bioetanol puro generaría ahorros superiores a 144 g CO<sub>2</sub>/km recorrido. Asimismo se ha puesto de manifiesto que, frente al gasóleo, el biodiesel puro reduce notablemente sus emisiones de GEI (entre un 40 y un 70%).

#### *b. Seguridad y biodegradabilidad*

Lo más probable es que los biocombustibles se consuman cerca de sus lugares de origen, con lo que se puede evitar gran parte del trasiego, y con él el peligro de que se produzcan vertidos accidentales. Por otra parte, de producirse los biocarburantes tienen una capacidad mucho mayor para disolverse en el agua, por lo que resultan altamente biodegradables. Esto significa que, mientras la eliminación total de un vertido de fuel puede llevar años, requerir grandes inversiones en trabajos de retirada y resultar altamente peligroso para las personas y el medio, un vertido de biocarburantes se elimina de manera natural en un plazo medio de 21 días y tanto su toxicidad como su peligrosidad resultan mucho menores. También en clave de seguridad, cabe destacar que el biodiesel es un producto menos peligroso que el gasóleo, ya que este se inflama a partir de 55°C, mientras que el biodiesel necesita 170°C para entrar en combustión. Esto aporta seguridad durante el transporte.

#### *c. Freno de la erosión y desertificación*

La producción de biocarburantes a gran escala pasa por el uso de grandes extensio-

nes de tierras de labor, muchas de ellas en desuso, por lo que se piensa que también puede suponer un freno a la erosión y a la desertificación, dos problemas de hondo calado en un país como el nuestro.

## **2. Seguridad de suministro**

Los biocombustibles representan la única alternativa existente en Europa para disminuir la dependencia energética en este sector, ya que reduce la importación de combustibles fósiles, y disminuye el petróleo suministrado a la UE.

La seguridad en el suministro es un importante aspecto a considerar cuando se analizan los biocombustibles dada la necesidad que tiene el sector transporte de carburantes líquidos, que unida a la dependencia de Europa, Estados Unidos y otros países de las importaciones de petróleo, definen un escenario de gran vulnerabilidad, los problemas en países productores de petróleo pueden modificar la situación económica de manera sensible.

## **3. Creación de empleo**

El petróleo está localizado en el reducido número de países productores cuyo mercado está controlado por las grandes empresas petrolíferas, sin embargo la economía de los biocombustibles se reparte entre millones de agricultores en todo el mundo y su sector manufacturero *a priori* parece abierto a empresas de menor volumen. Si bien el número de puestos de trabajo directos generados por una planta de producción del tamaño de las actuales no es demasiado grande (normalmente menos de 100 empleados), resulta mucho más significativo el número de empleos indirectos que se generan a su alrededor.

Gran parte de las plantas actuales son el resultado de la unión de empresas cuyas actividades han encontrado su nexo de unión en los biocarburantes. Así tenemos empresas del sector alimentario que

aportan excedentes, subproductos o desechos a su filial energética; empresas de recogida de aceites emanadas al amparo de productores de biodiesel, y operadoras petrolíferas que participan en el accionariado de otras empresas productoras de biocombustibles. Con todo, donde más se debería notar la llegada de los nuevos combustibles es en el campo. El nuevo mercado energético pasa por activar la agricultura y serán muchas las manos necesarias para que el reino vegetal llegue hasta los tanques de gasolina. Algo que sin duda resultará especialmente valioso para el campo español, donde las salidas laborales son ciertamente escasas.

### 3. PANORÁMICA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

#### **Biocombustibles convencionales (1ª generación, 1G)**

El bioetanol tiene como base el alcohol etílico, está siendo el componente biogénico más importante de la biogasolina. Puede utilizarse como combustible directamente, mezclado con la gasolina en diversas proporciones o tras su conversión en ETBE (etil terbutil éter). Es el biocarburante con mayor capacidad de producción a nivel mundial, de acuerdo a las estimaciones de F.O. Licht (World Biofuels Conference 2009), se producirán más de 100.000 millones de litros en 2015.

Los procesos comerciales de producción actuales emplean como materia prima productos vegetales azucaradas o amiláceas que mediante fermentación con levaduras se convierten en alcohol. En la UE sus principales materia primas son la remolacha azucarera, el trigo, la cebada y el maíz. Los subproductos producidos se usan generalmente como alimentación animal. El bioetanol se produce de manera más barata en Brasil a partir de la caña de azúcar y generalmente con un mejor balance en lo referente a gas efecto invernadero (GEI). En los EE.UU. es el maíz la

materia prima del bioetanol con un peor balance GHI.

Como bioaditivo antidetonante oxigenado procedente de la reacción del bioetanol con el isobutileno se utiliza del bio-ETBE (etil-terbutil eter) que se en la actualidad se añade a la gasolina hasta un 7% en volumen para elevar su índice de octano. Este aditivo sustituye al antiguo y peligroso tetraetilo de plomo; por ello la utilización de bioetanol en el proceso de refinado y producción de gasolina es ya de por sí importante.

Desde el pasado 31 de Enero de 2006 (Real Decreto 61/2006) la ley española permite añadir hasta un 5% en volumen de etanol (e5) en la gasolina comercial sin necesidad de anunciarlo explícitamente en las estaciones de servicio. Esta mezcla sigue cumpliendo las especificaciones de la gasolina comercial EN228, teniendo además un mayor contenido renovable y un mayor índice de octano. Todos los motores comerciales son aptos para funcionar correctamente con mezclas e5. Sin embargo no se está utilizando este tipo de mezclas por un problema de producción/demanda de los combustibles: el sistema de refinado europeo diseñado hace varias décadas, está orientado a la producción de más gasolina que gasóleo, pero en los últimos años debido a la proliferación de automóviles con motor diesel de alto rendimiento el balance gasolina/gasóleo se está inclinando a un mayor consumo de gasóleo frente al de gasolina. La consecuencia es que en general las empresas petroleras europeas exportan gasolina a los Estados Unidos a cambio de importar gasóleo, por ello no son partidarias de sustituir un 5% de gasolina por bioetanol, siendo la gasolina un producto "excedentario" en el sistema actual de destilación.

Las mezclas (blends) superiores a un 10% o quizás a un 15% con los hidrocarburos de la petrogasolina requieren pequeñas modificaciones en los motores y derogación de los límites de emisión de

hidrocarburos. Los 'blends' suministran el mismo rendimiento por km para un mismo poder calorífico que la gasolina pura, pero el bioetanol tiene una menor densidad energética. Los combustibles ricos en etanol (85% o más de etanol) precisan motores adaptados. Para utilizar el etanol puro como combustible es necesario disponer de motores específicos, estos pueden funcionar pero en contrapartida son capaces de dar un mayor rendimiento al motor en ciclo Otto o en ciclo Diesel. El mayor inconveniente es su falta de lubricidad que hace necesaria la utilización de materiales especiales en algunos componentes del motor, particularmente las válvulas e incompatibilidad con ciertos materiales.

El biodiesel es un combustible definido como éster metílico de ácidos grasos (FAME, Fatty Acid Methyl Ester), que se obtiene mediante un proceso de transesterificación de aceites vegetales. y pueden ser utilizados en los motores Diesel existentes con casi ninguna modificación. Otra aplicación es su uso en la calefacción doméstica. En Europa proceden fundamentalmente de la semilla de colza, su aceite al reaccionar con el metanol produce biodiesel (rapeseed methyl ester, RME) y glicerina como subproducto, la cual encuentra temporalmente problemas de mercado. La melaza se usa para alimentación animal. Debido a que la producción de colza en la UE no podrá aumentar al mismo tiempo que la demanda, se importan otras semillas oleaginosas, particularmente el aceite de palma, más barato que el de soja o coco.

Es posible reorientar el bioetanol hacia la producción de biodiesel reemplazando al metanol en el proceso de esterificación del aceite para producir REE (rapeseed ethyl ester) dando lugar a otro tipo de biodiesel los FAEEs (Esteres etílicos de ácidos grasos), actualmente en desarrollo. Una cuestión ha quedado clara, que el uso directo de aceites vegetales no es aprobado por los fabricantes de automóviles porque dejan depósitos tanto en el motor como

en el sistema de inyección que perjudica su funcionamiento.

La Comisión Europea de Normalización, CEN, a través de su comité técnico CEN/TC 19 establece los standards para el mercado europeo de los combustibles, habiendo desarrollado una especificación para el biodiesel de automoción que fue promulgada en 2003 como la CEN Standard (Norma) EN 14214. Esta norma especifica que los FAME pueden ser usados como propio combustible o como componente en un combustible Diesel derivado del petróleo. La EN 590, especificación europea para el combustible diesel, permite en la actualidad un 5% v/v de FAME cumpliendo la normativa de calidad de la EN 14214. Actualmente el citado comité trabaja a petición de la CE en la revisión de la EN 590 para elevar la concentración de los FAME hasta un 10% v/v, aunque como paso intermedio la revisión de la EN 590 permitirá un 7% de los FAME.

Neste Oil Company ha introducido recientemente el "neXT"-diesel, que procede del tratamiento del aceite vegetal con hidrógeno, produciendo un biodiesel puramente hidrocarbonado, a este tipo de combustible se denomina HDO (*hydrogenated vegetable oils*). El proceso de hidrogenación es más caro que el convencional decrito de trans-esterificación, pero tiene la ventaja de que puede aplicarse a cualquier aceite vegetal o grasa animal.

### **Biodiesel vs etanol**

Hay un constante debate sobre cual es mejor biocombustibles el biodiesel o el bioetanol. Discutiéndose sobre beneficios medioambientales, uso de la tierra, coste a los consumidores, y energía producida (*output*). Es difícil decir cual es mejor, el biodiesel o el bioetanol porque la situación y el gobierno juegan un papel importante. El biodiesel puede ser más práctico para Europa, donde más vehículos funcionan con diesel, y el bioetanol podría

ser elegido en EE.UU., dado que la infraestructura de este país está basada en la gasolina.

Por último, debemos destacar que estos productos (bioetanol, ETBE,...) se fabrican a partir de recursos diversos y con procesos diferentes, tanto a partir de materias primas como de subproductos residuales, tienen parámetros operativos variables y su almacenamiento puede causar degradación del combustible y los consiguientes problemas en los motores y sistemas de combustión.

Por ello uno de los retos a superar es la adopción de unos estándares de calidad aceptados por todos los fabricantes (BIO-REMA, 2008 y NIST, 2007). Actualmente la mayoría de los fabricantes de automóviles no garantizan sus mecánicas para su uso con biocombustibles, más allá de las mezclas cuyo porcentaje no exige un etiquetado especial. Sería necesario un acuerdo entre los fabricantes, productores de biocarburantes y administraciones para establecer una serie de características normalizadas

### **Biocombustibles de segunda generación (2G)**

La diferencia fundamental de los nuevos carburantes de segunda generación (2G) con respecto a los actuales es que se van a elaborar a partir de mejores procesos tecnológicos y materias primas que no se destinan a la alimentación y se cultivan en terrenos no agrícolas o marginales. De esta manera, la polémica generada por los actuales de sustituir alimento por carburante quedaría zanjada.

Los biocombustibles de segunda generación pueden obtenerse a partir de prácticamente cualquier forma de biomasa. La principal materia prima para esta nueva generación es la biomasa celulósica, cuya estructura química es más difícil de descomponer aunque posee importantes ventajas respecto a las materias primas de 1ª generación. También se pueden obtener a

partir desechos forestales, agrícolas, urbanos e industriales. Más innovativos son los procesos de transformación de celulosa en etanol, que usan paja o biomasa húmeda.

Los procesos de producción de estos biocombustibles 2G están todavía en la etapa de planta piloto. Son más complicados y muy caros, pero en contrapartida usan una materia prima más barata. Emiten mucho menos gas efecto invernadero que los biocombustibles típicos de 1G porque por un lado el crecimiento de la materia prima necesita aplicar menos productos de apoyo, y por otro, porque los procesos pueden utilizar como calor de proceso residuos biomásicos. Sin embargo, se necesita un mayor cambio tecnológico para hacerles competitivos, y esto en este momento no es predecible.

Es improbable que los biocombustibles 2G sean competitivos con los 1G antes de 2020 y en cualquier caso consumirán biomasa importada en grandes cantidades. Los análisis técnicos-económicos según los informes de la UE apuntan a que los biocombustibles 2G serán mucho más caros que los de la 1G. Los costes están dominados por el gasto de inversión en la planta. Para llegar a costes de producción integrales competitivos con biocombustibles 1G, habrá que lograr un avance significativo en el correspondiente "know-how" para reducir los costes de capital antes de 2020.

### **4. COSTE DEL PROGRAMA DE BIOCARBURANTES**

Desde el punto de vista económico no puede decirse que un biocombustible líquido (bioalcohol y biodiesel) sea claramente más caro que otro (la elección dependerá del fin al que se destine). Su coste varía en función de diversos factores: materias primas usadas, precio en el mercado de los subproductos y derivados producidos con el biocombustible, coste de la energía, así como la tecnología utilizada en el proceso de transformación.

Una de las barreras que dificultan un mayor desarrollo de los biocombustibles en la UE y en nuestro país es que su coste de producción es actualmente mayor al de los productos derivados del petróleo (JEC 2006). Por el momento esta situación se ha salvado eliminando el Impuesto Especial de Hidrocarburos, con lo que el precio final de los biocarburantes está equilibrado con el de la gasolina y el gasóleo.

Esta situación podrá dar un vuelco gracias a los últimos avances en técnicas de ingeniería genética. Hasta ahora, los biocombustibles se obtienen aprovechando pequeñas partes de la biomasa. En el caso del biodiesel se aprovechan los aceites contenidos en las semillas y frutos de ciertas plantas, mientras que el bioetanol se obtiene a partir de azúcar y almidón. Esto obliga a producir grandes cantidades de biomasa para obtener pequeñas cantidades de biocombustibles. Sin embargo, los biocombustibles de 2º generación están comenzando y podrá solucionar este problema. El secreto está en unas enzimas modificadas genéticamente para producir glucosa a partir de la celulosa. Esto supone un gran adelanto con respecto al actual sistema de fermentación, ya que permitirá obtener bioetanol a partir de la paja residual. Se han desarrollado proyectos de ingeniería genética, pero esta vez utilizando celulosa arbórea y paja para producir biodiesel de gran calidad. Ahora el reto está en obtener especies de crecimiento rápido y con gran volumen de masa vegetal, ya que no importa el tamaño de la fruta o las semillas.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los problemas de sostenibilidad medioambiental, el continuo incremento de los precios del petróleo y sus derivados, así como una preocupación cada vez mayor por garantizar el suministro de fuentes de energía primaria como el petróleo, la utilización de biomasa, y en particular los biocombustibles, para usos energéticos tiene cada vez mayor interés. Los

biocombustibles son un sustituto directo e inmediato para los combustibles líquidos utilizados en el transporte y pueden ser fácilmente integrados en los sistemas logísticos actualmente en operación. Sin embargo, en materia energética no existen las soluciones únicas, y los biocombustibles no son una excepción. Por ello a continuación vamos a resumir las principales ventajas e inconvenientes de su utilización.

### A favor:

- No incrementan los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, con lo que se reduce el peligro del efecto invernadero.
- Proporcionan una fuente de energía reciclable y, por lo tanto, ambientalmente sostenible.
- Revitalizan las economías rurales, y generan empleo al favorecer la puesta en marcha de un nuevo sector en el ámbito agrícola.
- Se podrían reducir los excedentes agrícolas que se han registrado en las últimas décadas.
- Mejoran el aprovechamiento de tierras con poco valor agrícola y que, en ocasiones, se abandonan por la escasa rentabilidad de los cultivos tradicionales.
- Mejora la competitividad al no tener que importar fuentes de energía tradicionales.
- Permiten una seguridad de suministro al no depender de importaciones de zonas con yacimientos de hidrocarburos.

### En contra:

- El coste de producción de los biocombustibles, en la actualidad, aproximadamente dobla al del de la gasolina o gasóleo (sin aplicar im-

puestos). Por ello, no son competitivos sin ayudas públicas.

- Se necesitan grandes espacios de cultivo, dado que del total de la plantación sólo se consigue un 7% de combustible. En España, habría que cultivar un tercio de todo el territorio para abastecer sólo la demanda interna de combustible.
- Potenciación de monocultivos intensivos, con el consiguiente uso de pesticidas y herbicidas.
- El combustible precisa de una transformación previa compleja. Además, en los bioalcoholes, la destilación provoca, respecto a la gasolina o al gasóleo, una mayor emisión en dióxido de carbono.
- Su uso se limita a un tipo de motor de bajo rendimiento y poca potencia.
- Se necesita resolver problemas socio-económicos referentes a la competición de precios de cultivos energéticos y de alimentación.
- Hay que desarrollar una infraestructura de aseguramiento de la calidad a través de normas de estandarización y especificaciones que permitan una comercialización en un mercado global.

## BIBLIOGRAFÍA

BIOREMA International Research Project  
" Reference Materials for Biofuel Spe-

cifications", European Commission 7<sup>th</sup> Framework Programme, 2008.

EU- Directive 2003/ 30/ European Commission: On renewable energies.

Farrell A. et al. "Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals", Science 311, 506 (2006).

Iogen Corporation. 2006 <http://www.io-gen.ca/>.

JRC/IPTS 2006 "Cost Benefit Analysis of Selected Biofuels Scenarios".

JEC 2007, R. Edwards, J-F Larive, V. Mahieu P. Rouveiolles et al. "Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and power trains in the European context" by JRC, Eucar and Concawe. v2c March 2007 <http://ies.jrc.cec.eu.int/WTW>.

World Biofuels 2009 - Conference from F.O Licht.

Mortimer 2006 "The Role of Life Cycle Assessment in Policy and Commercial Development: The Case of Liquid Biofuels in the United Kingdom" by N. D. Mortimer, 5th Australian Conference on Life Cycle Assessment: Achieving.

White Paper on Internationally Compatible Biofuel Standards", Tripartite Task Force Brazil, European Union and United States of America, Dec.31, 2007, U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST).

## NOTA

1 Este artículo ha sido publicado gracias al Proyecto ENE2006-133 del Ministerio de Educación y la Junta de Castilla y León al Grupo GR152.