

# Los agrocombustibles: ¿una solución para muchos problemas o muchos problemas sin solución?

**Daniela Russi\***

## INTRODUCCIÓN

Los agrocombustibles son presentados muchas veces como una contribución a la solución de los problemas relacionados con nuestra fuerte dependencia de los combustibles fósiles, es decir, el efecto invernadero, la dependencia energética europea de los productores de petróleo y la contaminación urbana. Además se argumenta que es una manera de ayudar

el desarrollo rural. Por ejemplo, Mariann Fischer Boel, la Comisaria Europea de Agricultura y Desarrollo Rural, comentó así la publicación de la Estrategia Europea sobre los Biocombustibles en febrero de 2006 (Comisión de las Comunidades Europeas, 2006):

«Nunca ha habido mejor momento para impulsar los biocombustibles. Los precios del crudo siguen siendo altos, el Protocolo de Kyoto nos impone objetivos sumamente rigurosos y la reciente polémica sobre las importaciones de gas ruso ha subrayado la importancia de aumentar la autosuficiencia energética de Europa. Las materias primas para la producción de biocombustibles proporcionan también en potencia una nueva salida para los agricultores europeos a los que la reforma de la Política Agraria Común (PAC) permite ahora convertirse en verdaderos empresarios».<sup>1</sup>

Por esas razones, la Directiva Europea 2003/30/CE estableció que en Europa la cuota de agrocombustibles sobre el uso total de energía en el sector del transporte debería alcanzar el 2% antes del 2005 y el 5,75% en el 2010. Esos porcentajes han sido aumentados hasta el 10% para el año 2020 en la nueva Estrategia Energética Europea.<sup>2</sup>

Se trata de objetivos muy ambiciosos ya que no hemos alcanzado todavía ni el objetivo establecido para el año 2005 (la cuota de agrocombustibles sobre la energía usada para el transporte era del 0,9% en el 2005<sup>3</sup>). Los Estados Europeos necesitarán un gran esfuerzo para estimular una producción a gran escala de agrocombustibles. La razón es que los agrocombustibles por si solos no son competitivos frente a los carburantes tradicionales, y por eso para despegar necesitan ser subsidiados de cuatro formas: 1) subsidios agrícolas otorgados por la Unión Europea en el marco de la Política Agraria Co-

\* Departamento de Economía y Historia Económica, Edifici B, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Teléfono: +34 93 581 4105 Fax: +34 93 581 2012 daniela.russi@uab.cat

<sup>1</sup> Comunicado de prensa: La Comisión pide acelerar la producción de biocombustibles, Bruselas, 8 de febrero de 2006, [http://europa.eu/comm/agriculture/biomass/biofuel/index\\_en.htm](http://europa.eu/comm/agriculture/biomass/biofuel/index_en.htm).

<sup>2</sup> Se puede observar que la nueva Estrategia Energética Europea pone especial énfasis sobre los agrocombustibles, e indica un objetivo específico solo para ellos. Para las demás fuentes renovables se limita a indicar una cuota conjunta del 20% sobre el uso total de energía.

<sup>3</sup> EUROSTAT data-base.

mún (actualmente 45 €/ha, más la posibilidad de cultivar agrocombustibles en la tierras de retirada o set-aside<sup>4</sup>); 2) desfiscalización total, ya que aproximadamente la mitad del precio de diésel y gasolina viene dado por impuestos energéticos; 3) obligación para los productores de diésel y gasolina de mezclar un cierto porcentaje de agrocombustibles a sus productos; 4) uso de agrocombustibles por empresas de transporte público.

Esas cuatro medidas políticas necesitan financiación por parte de la Unión Europea (subsidijs agrícolas), los gobiernos (reducción de los impuestos energéticos; aumento de los costes para las empresas de transporte público), conductores de coches (aumento de los precios finales). Por esa razón, es necesario un análisis integrado para discutir si se debe invertir recursos públicos en el sector de los agrocombustibles (además de una gran extensión de tierra, como se verá más tarde) es una estrategia aconsejable.

En este artículo se comparan las ventajas en términos de reducción de la contribución antrópica al efecto invernadero y de contaminación urbana, de reducción de la dependencia energética y de apoyo al sector rural con los impactos previsibles, tomando como ejemplo datos de un estudio que analiza los posibles impactos del cumplimiento de los objetivos de la Directiva 2003/30/CE en Italia.<sup>5</sup> Las conclusiones obtenidas para Italia son en general aplicables a muchos países europeos, caracterizados por un gran consumo energético, una alta densidad de población y un clima no tropical.

## LA SUSTITUCIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES Y LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Según sus promotores, los agrocombustibles podrían sustituir en parte los combustibles fósiles, contribuyendo a reducir el efecto invernadero y a acercarse a los objetivos de Kyoto. De hecho, el CO<sub>2</sub> emitido durante el proceso de combustión es el mismo que el absorbido por la planta durante el proceso fotosintético en años recientes o en el mismo año, y por eso no aumenta la concentración de gases con efecto invernadero en la atmósfera. El resultado es un balance neutral de CO<sub>2</sub>.

Sin embargo, un análisis más detallado del ciclo de vida de los agrocombustibles revela que los combustibles fósiles son empleados en todas las fases de la cadena productiva. Las materias primas (en el caso del biodiésel semillas oleaginosas como colza, girasol, soja y aceite de palma, y en caso del bioetanol caña de azúcar, remolacha o cereales) se producen en general a gran escala con técnicas de agricultura intensiva. Además los combustibles fósiles se usan para el procesamiento de los agrocombustibles y para el transporte de las materias primas desde el campo a la planta, y del biodiésel desde la planta a las gasolineras. Al final, el ahorro es menor de lo que se pudiera pensar.

### Es necesario un análisis integrado para discutir si invertir recursos públicos en el sector de los agrocombustibles.

La agricultura intensiva implica un fuerte uso de combustibles fósiles, principalmente en forma de fertilizantes, pesticidas y maquinaria. Si las materias primas fueran producidas con técnicas de agricultura biológica, el rendimiento sería aún más bajo, y consecuentemente el ya alto requerimiento de tierra sería todavía mayor. Lo mismo se puede argumentar si en lugar de combustibles fósiles, se reinvirtieran los agrocombustibles como inputs energéticos del proceso (Giampietro et al., 1997).

Para calcular el ahorro de combustibles fósiles ofrecido por los agrocombustibles, se debe evaluar la relación output energético/(input energético directo e indirecto) o EROI (según la abreviación de Energy Return On Investment, véase Cleveland et al., 1984). El EROI expresa cuántas unidades de biodiésel se obtienen por una unidad de energía invertida en el proceso, medidas en términos energéticos.

---

<sup>4</sup> Se denominan «tierras de retirada» a las tierras que son dejadas sin cultivar gracias a incentivos europeos, con el objetivo de no incurrir en sobreproducción y consecuentemente en una bajada de los precios de los productos agrícolas.

<sup>5</sup> Para más detalles ver Russi, en curso de publicación

En literatura se atribuyen a los agrocombustibles varios EROIs (Kallivroussis et al., 2002; Bernesson et al., 2004; Cardone et al. 2003; Venturi y Venturi, 2003; Janulis, 2004; Giampietro et al. 1997). Los resultados varían mucho según los diferentes supuestos, los límites del sistema analizado y sobre todo las reglas de asignación del consumo energético entre agrocombustibles y sus subproductos. Los principales subproductos del biodiésel son las harinas obtenidas de la prensa de las semillas oleaginosas, que pueden usarse como alimento para animales, y la glicerina producida en el proceso de trans-esterificación, que puede usarse en muchos procesos industriales. El subproducto principal del bioetanol es el residuo de la destilación (DDGS por el inglés Distilled Dried Grains and Solubles), que se usa en el mercado de los piensos gracias a su riqueza en proteína. Muchos Análisis de Ciclo de Vida (ACV) atribuyen parte de los inputs energéticos, y consecuentemente de las emisiones, a los subproductos, calculando el grado de asignación en términos de peso o contenido energético.

Ejemplos recientes son dos ACV —uno sobre etanol y uno sobre biodiésel— encargados al Centro de Investigaciones Energéticas y Medioambientales por los Ministerios de Educación y Ciencia y de Medio Ambiente (CIEMAT, 2005 y 2006).<sup>6</sup> Usando esa aproximación, el EROI del biodiésel resulta ser 4 y el EROI del etanol derivado de trigo y cebada nacionales sólo 1,49 (aunque seguramente sería más alto para maíz).<sup>7</sup>

<sup>6</sup> De forma más precisa, en el estudio en lugar de una regla de asignación a los subproductos, se usa una extensión de los límites de los sistemas (por ejemplo, en lugar de considerar sólo el sistema de producción de biodiésel y asignar parte de los gastos energéticos a sus subproductos, se calculan los gastos energéticos del proceso de producción de biodiésel + subproductos. Después se resta al cálculo de los inputs energéticos totales los inputs energéticos que se hubieran necesitado para obtener una cantidad de subproductos equivalente a la generada por el proceso de producción de biodiésel).

<sup>7</sup> Para tener un término de comparación, se puede observar que el EROI del petróleo es estimado alrededor de 10 (Cleveland et al., 1984).

<sup>8</sup> Esa relación output/input se ha calculado para la producción de biodiésel de colza en Suecia.

Obviamente, cuanto más uso de energía sea atribuido a los subproductos, más eficiente parecerá el proceso de producción de biodiésel (y más alto será el EROI). Pero, como observan Giampietro et al., (1997) si bien podemos aceptar este procedimiento a pequeña escala, no es correcto extenderlo a una escala mayor. La razón es que después de alcanzar una cierta cantidad podría volverse difícil encontrar un mercado que diera salida a los subproductos, especialmente si toda Europa aumentase mucho la producción de agrocombustibles, como establece la Directiva Europea 2003/30/CE. Así pues, los subproductos podrían dejar de ser un producto con un valor, y convertirse en un residuo, con los respectivos costes económicos y energéticos de su tratamiento y disposición. Por ejemplo, Giampietro et al. (1997) señalan que si se llegase a producir el 10% de la energía consumida en los EE.UU. con etanol, es decir 325 GJ per cápita por año, se producirían 3,7 toneladas per cápita de residuo de la destilación, que constituye una cantidad 37 veces mayor de los 98,5 kg per cápita de alimentos para el ganado comercial usados en los EE.UU.

Varios autores como Giampietro, Ulgiati y Pimentel (Giampietro y Ulgiati, 2005; Giampietro et al. 1997b, Giampietro et al., 2006, Pimentel y Patzek, 2005; Ulgiati, 2001) indican que el EROI de los agrocombustibles es muy bajo. Por ejemplo, Giampietro y Ulgiati indican un EROI de 1.16 para el biodiésel derivado de girasol, es decir, ¡la energía otorgada por el proceso de biodiésel es casi la misma invertida en forma de combustibles fósiles! En países tropicales, el EROI podría ser más alto usando otros cultivos, como por ejemplo caña de azúcar para el bioetanol o aceite de palma. Sin embargo también los impactos ambientales serían mayores, en términos de erosión del suelo, uso de agua, etc.

Aun tomando un EROI extremadamente optimista de 2.5 (Bernesson et al. 2004<sup>8</sup>), es decir, el más alto que he podido encontrar en literatura sin asignación de los inputs energéticos a los subproductos para el biodiésel (el agrocombustible más usado en Europa), se obtiene que alcanzar el objetivo de la Directiva 2003/30/CE (aproximadamente 20 millones de toneladas de petróleo equivalente) implicaría un ahorro de alrededor de 36 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>

equivalente, es decir, menos del 1% de las emisiones de la Unión Europea (4.228 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>). Y si tuviéramos en cuenta las emisiones debidas al transporte de las semillas oleaginosas que serían importadas y las importaciones de alimentos que serían sustituidos por los cultivos energéticos, el ahorro sería aún menor. Si las materias primas fueran importadas de países extra europeos, el resultado podría ser incluso negativo.

En el caso de Italia, los posibles ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> se han calculado asumiendo que los objetivos de la Directiva 2003/30/CE se alcanzarían usando sólo biodiésel, que es, como se ha indicado anteriormente, con distancia, el agrocombustible más usado en Europa (alrededor del 80%) y casi el único en Italia. Se ha realizado la hipótesis que el biodiésel se produciría con la misma mezcla de materias primas que la actual (80% colza, 20% girasol) y se han definido dos escenarios. En el primero Italia produciría la colza y el girasol necesarios para generar el 5,76% de la energía usada para transporte, en parte usando tierra abandonada y en parte sustituyendo, en igual medida, cultivos de trigo y de forraje. En el segundo Italia importaría aceite vegetal de países del Este Europeo. Se han tenido en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al uso de combustibles fósiles para producir en el extranjero trigo y forraje en el primer escenario y la soja y la colza en el segundo, y para el transporte de esos productos. Usando un EROI muy optimista del 2,5, resulta que el ahorro total correspondería sólo al 0,6% y al 1,1% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> equivalente de Italia respectivamente en el primer y en el segundo escenario (es decir 3,8 y 6,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente).

Finalmente debe señalarse que, como consecuencia del hecho que el ahorro de combustibles fósiles es bajo, también la reducción de la dependencia energética permitido por los agrocombustibles es bastante modesta.

## LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN URBANA

Los agrocombustibles se presentan a menudo no sólo como «verdes» a escala global (reducción de las emisiones

antropogénicas de gases a efecto invernadero) sino también a escala local (reducción de la contaminación urbana). De hecho, varios estudios han mostrado una reducción de algunos contaminantes cuando el diésel y la gasolina son substituidos por biodiésel y bioetanol respectivamente. Sin embargo, para obtener conclusiones sobre las mejoras en términos de contaminación local es necesario comparar la posible reducción en las emisiones de los agrocombustibles con todos los otros carburantes actualmente en comercio.

### Si las materias primas fueran importadas de países extra europeos, el resultado podría ser incluso negativo.

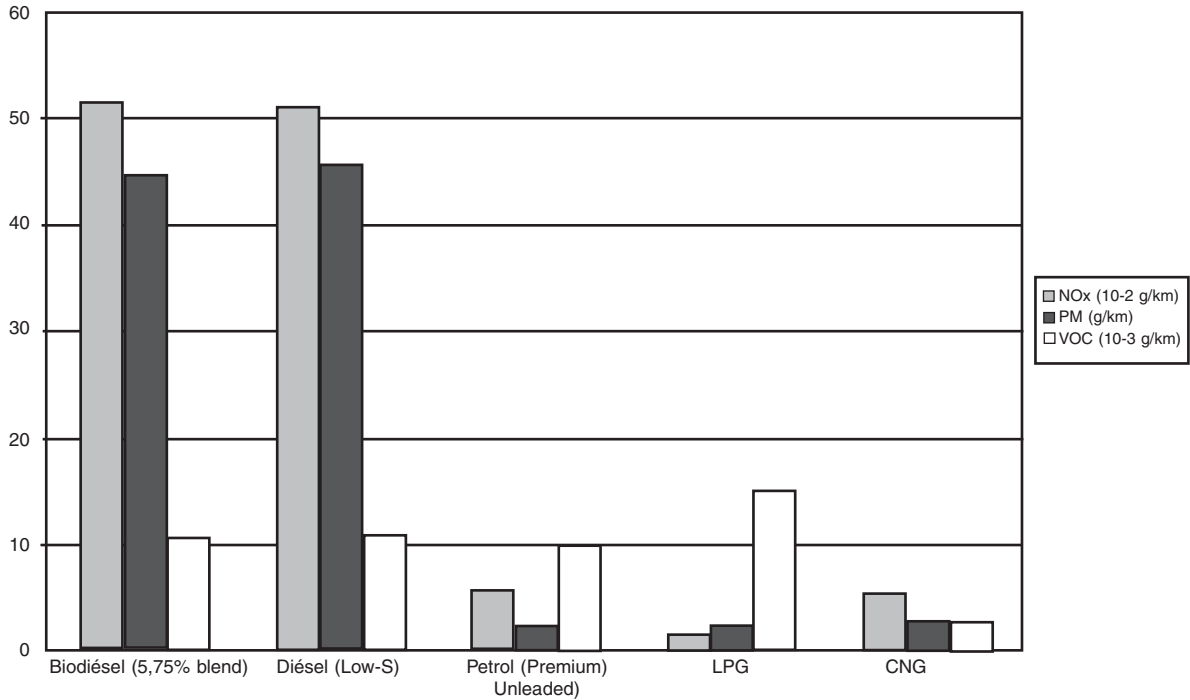
La Figura 1 compara las emisiones de los contaminantes más importantes relativos a una mezcla al 5,75% de biodiésel, gasolina sin plomo, gas licuado de petróleo (LPG según la abreviación inglesa) y gas natural comprimido (CNG). Se puede observar fácilmente que las emisiones de óxido de compuestos orgánicos volátiles (VOC, según la abreviación inglesa) y de particulado (PM) del biodiésel son sólo ligeramente menores que los del diésel, pero mucho mayores que las de la gasolina, como se muestra en la Fig. 1 y en la Tabla 1. Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) del biodiésel son ligeramente superiores a las del diésel.

Obviamente, esos números presentan un grado importante de incertidumbre, ya que las emisiones dependen de muchos factores, como potencia y características técnicas de los motores, condiciones de operación y nivel de carga del motor, tipo de vehículo y tecnología de medición.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Por ejemplo, el NOx es emitido cuando el motor alcanza altas temperaturas, y por tanto la cantidad de emisiones depende de cuánto se calienta el motor (que a su vez depende de la carga, velocidad y características técnicas, así como del contenido de oxígeno del combustible y de su densidad). En general, las emisiones de NOx aumentan con la carga y la velocidad (Labeckas y Slavinskas, 2005; Graboski y Cormick, 1998). También se puede observar que existe un cierto «trade-off» entre el NOx y el PM. Una mayor reducción de PM se puede obtener a costa de un aumento de NOx (Mc Cormick y Alleman, 2005).

Figura 1. Las emisiones contaminantes de diferentes tipos de agrcombustibles



Fuente: Russi y Raugel, en curso de publicación.

Tabla 1. Emisiones medias de NOx, PM y VOC de un coche de dimension media

|                                | NOx                   |                                  | PM   |                                  | VOC                   |                                  |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                                | 10 <sup>-2</sup> g/km | Variación respecto al diésel (%) | g/km | Variación respecto al diésel (%) | 10 <sup>-3</sup> g/km | Variación respecto al diésel (%) |
| <b>Diésel</b>                  | 51,0                  | 0                                | 45,7 | 0                                | 11,0                  | 0                                |
| <b>Biodiésel (100%)</b>        | 56,1                  | +10%                             | 28,8 | -37%                             | 2,6                   | -76%                             |
| <b>Biodiésel (20% blend)</b>   | 52,5                  | +3%                              | 41,1 | -10%                             | 8,4                   | -24%                             |
| <b>Biodiésel (5,75% blend)</b> | 51,3                  | +1%                              | 44,8 | - 2%                             | 10,6                  | - 4%                             |
| <b>Gasolina sin plomo</b>      | 6,0                   | -88%                             | 2,5  | -95%                             | 10,0                  | - 9%                             |
| <b>LPG</b>                     | 1,8                   | -96%                             | 2,5  | -95%                             | 15,0                  | +36%                             |
| <b>CNG</b>                     | 5,5                   | -89%                             | 2,9  | -94%                             | 3,0                   | -73%                             |

Fuente: Russi y Raugel, en curso de publicación

De la misma manera, una mezcla de etanol/gasolina no cambiaría significativamente las emisiones de los contaminantes más importantes con respecto a la gasolina pura (Vitale et al., 2002). El único contaminante que se reduciría notablemente sería el benceno, que disminuiría en un 25%. Esa mejoría sería sin embargo compensada por un fuerte aumento de las emisiones de acetaldehído, de aproximadamente el 130%, derivadas de una combustión incompleta del bioetanol. El acetaldehído es irritante para los ojos y los pulmones, y también actúa como un precursor de contaminantes secundarios como el nitrato de peroxiacetilo (PAN), que es muy irritante y tóxico.

## EL REQUERIMIENTO DE TIERRA

Frente a las modestas ventajas en términos de reducción de gases de efecto invernadero y de contaminación urbana, los agrocombustibles presentan desventajas muy preocupantes, debidas al alto requerimiento de tierra, que a su vez es causada por el bajo rendimiento de los agrocombustibles.

Por ejemplo, en Italia para llegar al objetivo del 5,75% (3,2 millones de toneladas de biodiésel, producidas a partir de aproximadamente 8,5 millones de toneladas de colza y girasol) se deberían usar alrededor de 4,5 millones de hectáreas, es decir, una tercera parte de la tierra agrícola italiana o un 15% de todo el territorio.

Como en Italia no hay tanta tierra abandonada, marginal o *set-aside*,<sup>10</sup> se pueden imaginar sólo dos alternativas (o una mezcla de las dos). La primera alternativa sería que se cultivara la colza y el girasol necesarios en tierras italianas, sustituyendo otros cultivos. La consecuencia sería un gran aumento de las importaciones de productos alimentarios. Eso es particularmente preocupante para Italia, porque ya es un importador neto de todas las categorías de alimentos (carne, cereales, verduras y leguminosas, productos lácteos, huevos, miel, etc.), con la excepción de la fruta. Eso significa que ya ahora el territorio italiano no es suficiente para satisfacer la demanda de comida de su población. Según los cálculos detallados en Russi (en curso de publicación), si se sustituyeran en igual medida

tierras dedicadas a la producción de trigo y de forraje, llegar a los objetivos de la Directiva Europea 2003/30/CE implicaría un aumento de las importaciones de trigo y forraje procesado (pellet) de 7,4 y 9,8 millones de toneladas respectivamente, es decir, el 50% y 66% del consumo total de esos productos en Italia.

La segunda alternativa sería importar aceite vegetal del exterior, con la consecuencia que las subvenciones a los agrocombustibles no se convertirían en ayudas a la agricultura italiana. Además, como las materias primas en países tropicales son más abundantes y menos caras, el escenario más probable es que aumentarían mucho las importaciones de esos países, con los posibles impactos que se analizan en el apartado «El impacto en países del Sur».

### Las materias primas en países tropicales son más abundantes y menos caras.

Las dos opciones implican un fuerte gasto energético para el transporte, que anularía aún más el ahorro de combustibles fósiles proporcionado por los agrocombustibles, sobre todo si el trigo, el forraje y el aceite vegetal se importase de países extra-europeos.

En Europa la cuestión se plantea en los mismos términos. En el Anexo 11 del Plan de Acción para la Biomasa<sup>11</sup> se ha calculado que para alcanzar la cifra del 5,75% (alrededor de 1,7% del uso total de energía, ya que el sector del transporte constituye una tercera parte de la demanda total) se necesitarían 17 millones de hectáreas dedicadas a los agrocombustibles en Europa, es decir, una quinta parte del suelo agrícola europeo. La desproporción entre objetivos y medios es evidente.

---

<sup>10</sup> De los 30,1 millones de hectáreas del territorio italiano, 27,9 son ocupadas por montañas, selvas, pastos y tierra agrícola. Los 2,2 millones de hectárea restantes incluyen ciudades y carreteras, y también tierra no cultivable (por ejemplo áreas arenosas o rocosas). La tierra *set-aside* era sólo de 0,3 millones de hectáreas en 2005.

<sup>11</sup> Comisión de las Comunidades Europeas, 2005

El alto requerimiento de tierra es un motivo de preocupación porque se teme que un aumento en la demanda mundial de agrocombustibles podría favorecer la competición por la tierra agrícola con la producción de alimentos. La resultante reducción en la disponibilidad mundial de comida podría ser un problema particularmente serio en un contexto donde ambos, la población mundial y la demanda de energía, crecen.

La consecuencia sería un aumento de los precios de las materias primas en los mercados internacionales, como subraya el recién publicado «*Agricultural Outlook 2007-2016*» de la OECD-FAO. El informe mencionado advierte que un aumento de la producción de agrocombustibles provocará un aumento de los precios de cereales, y debido al aumento del coste de los piensos, también de los productos ganaderos. Y de hecho los precios de maíz y de otros cereales ya están aumentando, creando preocupación en distintos sectores de la sociedad (véase Tabla 2).

Tabla 2. Precios internacionales de referencia de cereales en 2005 y 2007 (dólares/toneladas)

|                        | 2005 | 2007 | Variación (%) |
|------------------------|------|------|---------------|
| <b>Trigo</b>           | 150  | 215  | 43            |
| <b>Maíz</b>            | 109  | 179  | 64            |
| <b>Aceite de colza</b> | 669  | 824  | 23            |
| <b>Aceite de soja</b>  | 545  | 771  | 42            |
| <b>Aceite de palma</b> | 422  | 703  | 67            |

Steenblik, 2007.

Según un informe del International Grains Council,<sup>12</sup> citado por un artículo de *The Economist*, a pesar de que en 20008 se prevé una producción de cereales récord (1660 millones de toneladas), la demanda superará la oferta, y ya

este año alcanzará los 1689 millones de toneladas. Según este informe en tres de los cuatro últimos años la demanda superó la oferta de cereales.

Los partidarios de los agrocombustibles afirman que biodiésel y bioetanol no pueden ser considerados responsables del aumento de los precios de los cereales y de los aceites vegetales, ya que los agrocombustibles absorben (¿todavía?) sólo una parte mínima de la demanda de esos productos (APPA, 2007). Por otro lado, es cierto que la demanda de los cultivos energéticos ha mostrado un incremento sin precedentes en los últimos meses. Si, como parece muy probable, la demanda de materia prima para la fabricación de agrocombustibles crecerá a ritmos tan sostenidos, debido a las necesidades puestas por las legislaciones energéticas europeas y americana, ésta supondrá una ulterior presión al alza a los precios. Es necesaria más investigación para averiguar en qué medida los agrocombustibles son responsables del aumento de los precios, y sobre todo cuáles son los escenarios posibles para el mediano-largo plazo.

## EL IMPACTO AMBIENTAL

Como se ha explicado anteriormente, la producción de cultivos energéticos se lleva a cabo con métodos de agricultura industrializada y a gran escala, que implica un uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, el uso de una cantidad importante de agua para el riego y una reducción de la biodiversidad agrícola.

Un posible indicador del impacto ambiental de la fase agrícola de la producción de agrocombustibles es el uso de fertilizantes. El óxido de nitrógeno originado por los fertilizantes contribuye no sólo al efecto invernadero sino también causa deterioramiento de la capa de ozono. Además, el nitrógeno y el fósforo contenidos en los fertilizantes pueden pasar a las capas acuíferas subterráneas y causar eutrofización.

En Italia, para llegar al objetivo indicado por la Directiva europea 2003/30/CE, se deberían usar, en miles de toneladas, 303 de nitrógeno, 175 de óxido fosfórico y 172 de óxido

<sup>12</sup> Biofuelled. Grain prices go the way of the oil price. *The Economist*, 21 junio 2007 2007

de potasio (es decir, el 34%, 31% y 42% del total italiano respectivamente).<sup>13</sup>

Otra cuestión que valdría la pena investigar son las emisiones y los residuos generados por las plantas de procesamiento de los agrocombustibles. Según Giampietro et al. (2005), en Brasil una planta media que produce una cantidad de etanol equivalente a la energía consumida por 40.000 personas genera una contaminación en el agua equivalente a las aguas residuales de una ciudad de 2 millones de personas.

Además, como se ha explicado en la sección precedente, si la producción de agrocombustibles se llevase a cabo a gran escala, los subproductos podrían también convertirse en residuos, y en ese caso se debería tener en cuenta, en la evaluación de la conveniencia social de los agrocombustibles, el coste económico y ambiental de su tratamiento.

## EL IMPACTO EN LOS PAÍSES DEL SUR

La misma Comisión Europea es consciente del hecho que no es posible cultivar en Europa toda la materia prima necesaria para cubrir el 5,75% del consumo de energía en el sector del transporte, y menos aún el 10%.

Por eso, tanto en el Plan de Acción sobre Biomasa (COM(2005) 628 final) como en la Estrategia Europea de Biocombustibles (COM(2006) 34 final) se afirma que las materias primas europeas tendrían que ser complementadas con importaciones de los países tropicales, donde la productividad es mayor y el coste del trabajo menor:

La productividad de la biomasa es más alta en ambientes tropicales y los costes de producción de los biocombustibles, especialmente etanol, son comparativamente menores en varios países en desarrollo. [...] Los países en desarrollo como Malasia, Indonesia y las Filipinas, que actualmente producen biodiésel para sus mercados domésticos, podrían fácilmente desarrollar posibilidades de exportación (Comisión de las Comunidades Europeas, 2006: 6).

En esos países, la Comisión Europea quiere incentivar la producción de cultivos dedicados a la generación de energía. Eso implica que los impactos negativos de la producción de cultivos energéticos se exportarían hacia los países del Sur.

### Un aumento de la demanda mundial de agrocombustibles podría significar una ulterior presión sobre las selvas tropicales.

Es fácilmente previsible que si la demanda de agrocombustibles de Europa y Estados Unidos aumenta, los países del Sur podrían ser estimulados a sustituir cultivos de alimentos y zonas forestales tropicales por grandes monocultivos de semillas oleaginosas, palmas o caña de azúcar, como bien se observa en el artículo de Elizabeth Bravo en este mismo número de la revista. Una producción a gran escala de agrocombustibles implicaría el uso de grandes extensiones de monocultivos, con impactos ambientales muy importantes en términos de reducción de diversidad agrícola, erosión del suelo y de disponibilidad y calidad de agua, un aumento del uso de pesticidas y fertilizantes, etc. Otra consecuencia preocupante podría ser el aumento del uso de organismos genéticamente modificados (OGM). La soja, el maíz y la colza (que están entre las materias primas más usadas para producir agrocombustibles) son, respectivamente, el primero, segundo y cuarto cultivo OGM más difundido (Clive, 2005).

Además, un aumento de la demanda mundial de agrocombustibles podría significar una ulterior presión sobre las selvas tropicales. Las plantaciones de palma (cuya productividad es mucho más alta que la del girasol, colza

---

<sup>13</sup> De esa cantidad no se ha restado los fertilizantes necesarios para cultivar el trigo y el forraje sustituidos por la colza y el girasol porque se asume que una cantidad parecida se usará en el extranjero para producir los cultivos que Italia importaría.



y soja) están incentivando la deforestación en el Sureste de Asia, y además provocan tasas de erosión del suelo muy altas. Entre 1985 y 2000 en Malasia las plantaciones de palma causaron el 87% de la deforestación total y ahora se planea deforestar 6 millones de hectáreas más para dejar espacio a las nuevas plantaciones (Monbiot, 2005). Lo mismo pasa en Brasil con la caña de azúcar y la soja en Brasil, Argentina y Uruguay.

### Las áreas rurales constituyen el 90% del territorio europeo y albergan alrededor del 50% de la población europea.

Teniendo en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al transporte intercontinental y el aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera debido a la deforestación (los árboles son sumideros de CO<sub>2</sub>), el resultado final podría ser un aumento de emisiones de efecto invernadero, en lugar de la deseada reducción.

La misma preocupación se muestra en un informe reciente de dos investigadores de la OECD, publicado con el título significativo de *Biocombustibles: ¿es el remedio peor que la enfermedad?* (Doornbosch y Steenblik, 2007). El informe, producto de una mesa redonda sobre sostenibilidad, subraya que los cultivos energéticos pueden ser producidos más eficientemente en los países tropicales, donde la productividad es mayor, y por eso pueden constituir una amenaza a las zonas ricas de biodiversidad, como bosques pluviales y humedales:

Teniendo en cuenta impactos como la acidificación del suelo, el uso de fertilizantes, la pérdida de biodiversidad y la toxicidad de los pesticidas agrícolas, el impacto ambiental global del bioetanol y del biodiésel puede fácilmente superar el del petróleo y del diésel (Doornbosch y Steenblik, 2007:5).

## EL DESARROLLO RURAL

Como se muestra en los apartados 2 y 3, una producción a gran escala de agrocombustibles no contribuiría mucho a la reducción del efecto invernadero, de la dependencia energética y de la contaminación urbana. El último argumento que queda a favor de una producción a gran escala de agrocombustibles es el desarrollo rural.

De hecho, la agricultura europea se está convirtiendo en una actividad cada vez menos rentable desde un punto de vista estrictamente económico. La liberalización de los mercados y la globalización está erosionando progresivamente su valor añadido, porque los mercados internacionales de comida ofrecen productos alimentarios mucho más económicos de lo que podrían hacer los empresarios agrícolas europeos.

Sin embargo, la sociedad considera que la agricultura genera más valores que el puramente económico, y por esa razón debe ser mantenido en vida «artificialmente» a través de subsidios públicos. La razón es que la agricultura es multi-funcional: a parte de producir alimentos, protege el paisaje, mantiene la biodiversidad (sólo si es llevada a cabo apropiadamente), produce empleo en zonas rurales, obstaculizando la despoblación rural y manteniendo el patrimonio rural arquitectónico y los conocimientos locales. Además, las áreas rurales constituyen el 90% del territorio europeo y albergan alrededor del 50% de la población europea. Por esas razones, la agricultura debe ser protegida de las fluctuaciones del mercado global. La Unión Europea considera la supervivencia de la agricultura tan importante que asigna casi la mitad de su presupuesto (alrededor de 54.771 millones de euros en 2006) a la Política Agrícola Común (PAC). Sin los subsidios, la agricultura europea no sería rentable y probablemente se abandonarían muchas zonas rurales.

La PAC es muy criticada porque los subsidios agrícolas provocan competencia desleal con los campesinos de los países del Sur, a parte de ser muy cara. Los agrocombustibles pueden verse como una solución a este problema, permitiendo proteger el sector agrícola a través de subsidios directos (PAC) e indirectos (desfiscalización de los agro-

combustibles), sin interferir en los mercados internacionales de alimentos y sin causar sobre-producción de alimentos. Los agrocombustibles pueden constituir una alternativa a la producción de alimentos, sobre todo en vista de la posible reducción de los subsidios agrícolas a la exportación de alimentos que podría derivar de las crecientes presiones internacionales.

En este sentido, tal vez la mayor contribución de los agrocombustibles no sería la reducción del uso de energía y de la emisión de gases de efecto invernadero, sino impulsar el desarrollo del sector rural en un contexto donde la producción de alimentos europea es cada vez menos competitiva en los mercados internacionales.

Pero se podría replicar que si el verdadero objetivo de las políticas sobre biodiésel fuese mejorar las condiciones del sector agrícola, podría haber soluciones alternativas. Por ejemplo, los mismos recursos que se quieren invertir en el biodiésel podrían ser utilizados para incentivar la agricultura biológica. Así como los agrocombustibles, la agricultura biológica no es competitiva económicamente con sus alternativas tradicionales (productos petrolíferos en el caso de agrocombustibles, y agricultura intensiva en el caso de la agricultura biológica). Sin embargo, la agricultura biológica, por un lado, no tiene las desventajas del biodiésel en términos de competencia por la tierra con los cultivos alimentarios y su gran impacto ambiental debido al uso de técnicas de agricultura intensiva (alto uso de agua para irrigación, fertilizantes, pesticidas, maquinaria y energía), y por el otro lado ofrece un servicio más valioso para la sociedad (mantenimiento de la fertilidad del suelo, reducción de la contaminación del agua, protección de la biodiversidad agrícola y del paisaje, producción de alimentos más sanos y más sabrosos). También, reduciendo el uso de fertilizantes y pesticidas, la agricultura biológica contribuye a reducir el requerimiento energético del sector agrícola. Por esas razones, los consumidores están dispuestos a pagar un precio más alto por los productos biológicos, mientras que en general el biodiésel se vende sólo si su precio es parecido al del diésel.

## CONCLUSIONES

De todos los argumentos mencionados se puede concluir que un uso a gran escala de agrocombustibles no puede ser considerado una estrategia efectiva para reducir la contribución antropogénica al efecto invernadero ni la contaminación urbana, y además implicaría un enorme requerimiento de tierra y un impacto ambiental significativo en términos de uso de fertilizantes, pesticidas y agua para la irrigación, así como de posible presión sobre las selvas tropicales.

**Reduciendo el uso de fertilizantes y pesticidas, la agricultura biológica contribuye a reducir el requerimiento energético del sector agrícola.**

Obviamente, estas consideraciones no incluyen el reciclaje de aceite usado y de residuos agrícolas, cuyo uso para producir energía es aconsejable y tendría que ser promovido con dos objetivos: 1) reducir los costes y los impactos asociados la eliminación de residuos y 2) ahorrar energía. Tampoco incluyen las producciones de nicho para autoconsumo y para aprovechar la rotación de los cultivos o tierras abandonadas o *set-aside*. De todas formas, todas esas utilidades de agrocombustibles no llegarán a tener dimensiones significativas con respecto a la reducción del efecto invernadero o de la seguridad energética.

Presentar los agrocombustibles como la varita mágica que contribuirá a resolver contemporáneamente el problema del constante aumento del precio del petróleo, del cambio climático, de la seguridad energética y de la contaminación urbana podría resultar un discurso peligroso, además de falso, con el resultado de despertar falsas expectativas sobre una solución tecnológica al problema del excesivo uso de los derivados del petróleo. No hay que olvidar que el único camino es emprender con la máxima urgencia y seriedad unas políticas de reducción del uso de energía.

## Objetivos para España

Ignasi Puig Ventosa

En España existen objetivos propios legalmente vinculantes respecto al uso de biocombustibles, más ambiciosos incluso que los existentes a nivel de la Unión Europea. Concretamente, la reciente Ley 12/2007, de 2 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural, concreta estos objetivos mediante un nuevo punto 3 en la Disposición adicional decimosexta de la Ley:

«3. Se establecen los siguientes objetivos anuales de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte, que expresan contenidos energéticos mínimos en relación al de gasolinas y gasóleos comercializados con fines de transporte:

| Año                         | 2008  | 2009  | 2010   |
|-----------------------------|-------|-------|--------|
| Contenido de biocarburantes | 1,9 % | 3,4 % | 5,83 % |

El objetivo anual que se fija para el año 2008 tendrá carácter de indicativo, mientras que los objetivos establecidos para 2009 y 2010 serán obligatorios.»

Por otro lado, un aspecto positivo es la Resolución núm. 28, que adoptó por unanimidad el Pleno del Congreso de los Diputados en el *Debate de política general en torno al estado de la Nación*, que reza:

«El Congreso de los Diputados insta al Gobierno a que establezca un porcentaje de los objetivos de consumo de biocombustibles que deban ser alcanzados mediante cultivos autóctonos.» (Boletín Oficial de las Cortes Generales. Congreso de los Diputados. 11 de julio de 2007 - Serie D. Núm. 585. p. 91-92).

<sup>1\*</sup> Coordinador de Ecología Política ([ipuig@ent-consulting.com](mailto:ipuig@ent-consulting.com)).

## REFERENCIAS

Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA) (2007), Biocarburantes y Desarrollo Sostenible Mitos y Realidades, [http://www.appa.es/descargas/Doc\\_BIOCARBURANTES\\_1309.pdf](http://www.appa.es/descargas/Doc_BIOCARBURANTES_1309.pdf)

BERNESSON, S.; NILSSON, D.; HANSSON, P.A. (2004), A limited LCA comparino large- and small- scale production of rape methyl ester (RME) under Swedish conditions, *Biomass and Bioenergy* 26:545-559. Cardone et al. 2003;

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) (2005), Análisis del Ciclo de Vida de Combustibles alternativos para el Transporte. Fase I. Análisis

de Ciclo de Vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina. Energía y cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) (2006), Análisis de Ciclo de Vida de Combustibles alternativos para el Transporte. Fase II. Análisis de Ciclo de Vida Comparativo del biodiésel y del diésel. Energía y cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid

CLEVELAND, C. J.; R. CONSTANZA, C.A.S. HALL, R. KAUFMANN (1984), Energy and the U.S. economy: A biophysical perspective. *Science* (225): 890-897

CLIVE J. (2005), ISAAA Brief 35-2006: Highlights. Global

- Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006. <http://www.isaaa.org>.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2005), Plan de acción sobre la biomasa, COM(2005) 628 final
- Comisión de las Comunidades Europeas (2006), Estrategia de la UE para los biocarburantes, (COM(2006) 34 final
- Consejo de la Unión Europea, Presidency Conclusions, 8/9 March 2007, [http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms\\_Data/docs/pressData/en/ec/93135.pdf](http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/ec/93135.pdf)
- DOORBOSCH, R. y STEENBLIK, R. (2007), Organisation for Economic Co-operation and Development SG/SD/RT(2007)3, Biofuels: is the cure worse than the disease?, Round Table on Sustainable Development, Paris, 11-12 September 2007, SG/SD/RT(2007)3, [http://www.rsc.org/images/biofuels\\_tcm18-99586.pdf](http://www.rsc.org/images/biofuels_tcm18-99586.pdf).
- GIAMPIETRO, M.; MAYUMI, K. y RAMOS-MARTIN, J. (2006), Can biofuels replace fossil energy fuels? A multi-scale integrated analysis based on the concept of societal and ecosystem metabolism: part 1, International Journal of Transdisciplinary Research Vol. 1, No. 1, 2006, pages 51-87
- GIAMPIETRO, M.; ULGIATI, S. (2005), Integrated assessment of large-scale biofuels, Critical Reviews in Plant Sciences 24: pp365-384(20)
- GIAMPIETRO, M.; ULGIATI, S.; PIMENTEL, D. (1997a), A critical appraisal of energy assessments of biofuel production systems. 1- Compatibility with the ecological and socioeconomic context; 2 - A standardized overview of literature data. Environmental Biology, Cornell University, N.Y., N.1, 1-39 y N.2, 1-129.
- GIAMPIETRO, M.; ULGIATI, S.; PIMENTEL, D. (1997b), Feasibility of Large-Scale Biofuel Production: does an enlargement of scale change the picture? BioScience 47(9):587-600;
- GRABOSKI, M.S. y ROBERT L. MCCORMICK R.L. (1998), Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines, Progress in Energy and Combustion Science 24(2):125-164
- JANULIS P. (2004), Reduction of energy consumption in biodiesel fuel life cycle, Renewable Energy 29(6): 861-871.
- KALLIVROUSSIS, L.; NATSIS, A. y PAPADAKIS, G. (2002), RD - Rural Development: The Energy Balance of Sunflower Production for Biodiesel in Greece, Biosystems Engineering 81(3): 347-354.
- LABECKAS, G.; SLAVINSKAS, S. (2005), The effect of rapeseed oil methyl ester on direct injection. Diesel engine performance and exhaust emissions, Energy Conversion and Management 47(13-14):1954-1967
- MC CORMICK y T.L. ALEMAN (2005), Effect of biodiesel fuel on pollutant emissions from diesel engines, in Knothe G., Van Gerpen J., Krahl J. (editors), Biodiesel Handbook, AOC.
- MONBIOT, G. (2005), *Peor que los combustibles fósiles*, ZNet, <http://www.zmag.org/Spanish/0106monbiot2.htm>
- OECD-FAO *Agricultural Outlook 2007-2016*
- Parlamento Europeo y Consejo (2003), Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de mayo de 2003 relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte.
- PIMENTEL D, y T. PATZEK (2005), Ethanol Production using corn, switchgrass, and wood and biodiesel production using soybean and sunflower, Natural Resources and Research, 14(1): 65-76.
- RUSSI. D. y RAUGEI. M., en curso de publicación, An integrated assessment of Italian biodiesel policy, in Reddy S.(ed.), Energy, Oxford University Press.
- RUSSI, D., en curso de publicación. An integrated assessment of a large-scale biodiesel production in Italy: killing several birds with one stone? Energy Policy
- Steenblik, R. (2007), Biofuels-at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries. A synthesis of reports addressing subsidies for biofuels in Australia, Canada, the European Union, Switzerland and the United States, The Global Subsidies Initiative (GSI) of the International Institute for Sustainable Development (IISD), Geneva, Switzerland, [http://www.iisd.org/pdf/2007/biofuels\\_oecd\\_synthesis\\_report.pdf](http://www.iisd.org/pdf/2007/biofuels_oecd_synthesis_report.pdf).
- ULGIATI, S. (2001), A comprehensive Energy and Economic Assessment of Biofuels: When «Green» is not enough, Critical Reviews in Plant Sciences 20(1):71-106
- VENTURI, P. y VENTURI, G. (2003), Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems, Biomass and Bioenergy 25(3):235-255.
- VITALE, R.; BOULTON, J. W.; LEPAGE, M.; GAUTHIER, M.; QIU, X. y LAMY, S. (2002), «Modelling the Effects of E10 Fuels in Canada», Emission Inventory Conference Emission Inventory Conference, Florida, USA.