

Los agrocombustibles: unos elementos de preocupación

Daniela Russi

1 Introducción

En los últimos años los agrocombustibles han sido promocionados 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 de favorecer el desarrollo rural. Por ejemplo, Mariann Fischer Boel, la Comisaría Europea de Agricultura y Desarrollo Rural, comentó así la publicación de la Estrategia Europea para los Biocarburantes en Febrero 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»¹.

¹ Comunicado de prensa: *La Comisión pide acelerar la producción de biocombustibles*, Bruselas, 8 de febrero de 2006, http://europa.eu.int/comm/agriculture/biomass/biofuel/index_en.htm.

Sin embargo, cada vez más se está produciendo un intenso debate sobre la conveniencia social de producir agrocombustibles en gran escala, y los agrocombustibles están siendo criticados no sólo por buena parte del movimiento ambientalista, sino también por algunos investigadores e instituciones internacionales. Por ejemplo, un informe extraordinario del Banco Mundial (BM), obtenido por el diario británico The Guardian, señala que los agrocombustibles han causado un alza de 75% en los precios de los alimentos. En julio 2008 un informe OCDE advirtió que a causa de las medidas en favor de los agrocombustibles los precios a medio plazo del trigo, del maíz y de los aceites vegetales se elevarán respectivamente a medio plazo de un 5%, 7% y 19%. En abril 2008, el portavoz especial de Naciones Unidas para el Derecho a la Alimentación, Jean Ziegler, afirma que la producción masiva de agrocombustibles es un "delito contra la humanidad".

En este artículo repasaremos situación, ventajas y desventajas de esta fuente de energía.

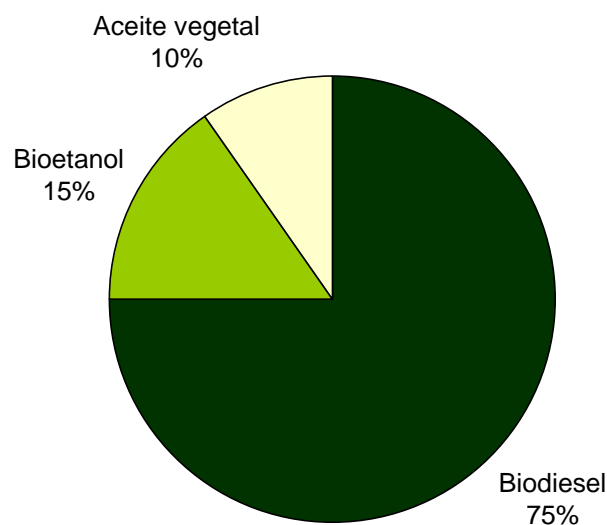
2 La producción de agrocombustibles

Existen dos tipos de agrocombustibles: el bioetanol y el biodiesel. El primero se obtiene a través de un proceso de fermentación y destilación a partir de plantas azucareras (caña de azúcar, remolacha) y plantas con alto contenido de almidón (maíz, cereales). El biodiesel deriva de semillas oleaginosas (mayoritariamente colza, girasol y soja). El bioetanol se mezcla con y puede sustituir la gasolina. El biodiesel se mezcla con y puede sustituir el gasoil. También se está poniendo a punto una tecnología para obtener bioetanol de biomasa ligno-celulósica (madera),

que pero todavía necesita investigación para resolver problemas técnicos y está en fase experimental (agrocombustibles de segunda generación).

En Europa, tres cuartas partes del consumo de agrocombustibles son constituidas por biodiesel, como muestra la Figura 1

Figura 1 Porcentaje de consumo de agrocombustibles en Europa, 2008



Fuente: Biofuel Barometer, 2008, http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro185.pdf

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 serán con toda probabilidad aumentados hasta el 10% para el año 2020 con el nuevo paquete

de medidas energéticas que está siendo discutido en la Unión Europea². En el estado Español, el Plan de Energías Renovables 2005-2010 fija como objetivo alcanzar el 3,4% en 2009 y el 5,83% en el 2010. El objetivo del 1,9% para el 2008 tiene, a diferencia de los anteriores, un carácter voluntario.

Estos objetivos son muy ambiciosos, ya que en 2007 Europa alcanzó sólo el 2,7% y el estado Español el 1%. 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 con 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 Común; 2) defiscalización, ya que aproximadamente la mitad del precio de diesel y gasolina viene dado por impuestos energéticos; 3) obligación para los productores de diesel 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 (subsidios 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 invertir recursos públicos en el sector de los agrocombustibles (además de una larga extensión de tierra, como se verá más tarde) es una estrategia aconsejable.

² 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.

3 La sustitución de los combustibles fósiles y la reducción de las emisiones de CO₂

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 CO₂ 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 sería un balance neutral de CO₂.

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 biodiesel 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 de los agrocombustibles desde la planta a las gasolineras. Al final, el ahorro es menor de lo que se pudiera pensar.

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 aun 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 agrocombustibles se obtienen por una unidad de energía invertida en el proceso, medidas en términos energéticos.

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 subproductos³. 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.

Varios autores como Giampietro, Ulgiati y Pimentel (Giampietro y Ulgiati, 2005; Giampietro et al. 1997, Giampietro et al., 2006, Pimentel D. y T. Patzek, 2005, Ulgiati, 2001) indican que el EROI de los agrocombustibles es muy bajo. Por ejemplo, Giampietro y Ulgiati indican un EROI de 1.16⁴ para el biodiesel derivado de girasol, es decir, ¡la energía otorgada por el proceso de biodiesel 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

³ Los principales subproductos del biodiesel 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.

⁴ Para tener un término de comparación, se puede observar que el EROI del petróleo es estimado alrededor de 10 (Cleveland et al., 1984).

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. 2004⁵), 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 CO₂ equivalente, es decir, menos del 1% de las emisiones de la Unión Europea (4.228 millones de toneladas de CO₂). 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.

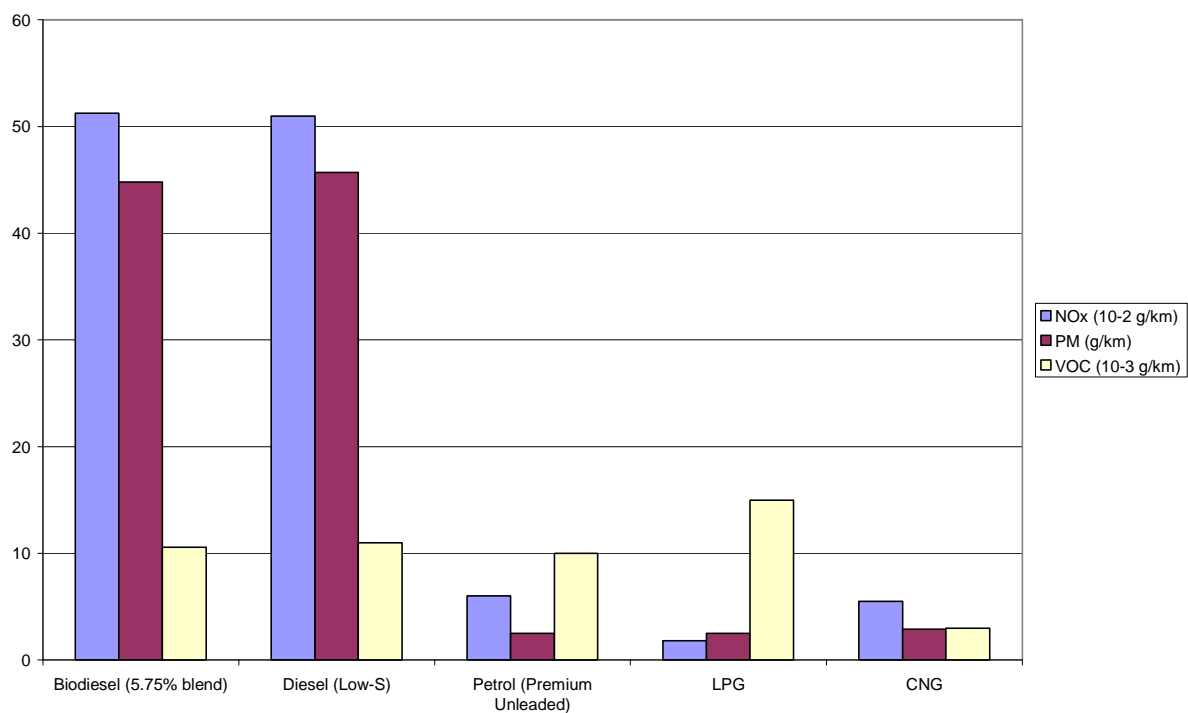
4 La reducción de la contaminación urbana

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 diesel y la gasolina son substituidos por respectivamente biodiesel y bioetanol. Sin embargo, para obtener conclusiones sobre las mejorías 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.

⁵ Esa relación output/input se ha calculado para la producción de biodiesel de colza en Suecia.

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

Figura 2 Las emisiones contaminantes de diferentes tipos de agrocombustibles



Fuente: Russi y Raugei, en curso de publicación

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 tecnología de medición⁶.

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 del 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 por los ojos y los pulmones, y también actúa como un precursor de contaminantes secundarios como el Nitrato de Peroxiacitilo (PAN), que es muy irritante y tóxico.

5 El requerimiento de tierra

Frente a las modestas ventajas en términos de reducción de gases a 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.

En el Anexo 11 del Plan de Acción Europeo para la Biomasa⁷ se ha calculado que para alcanzar la cifra del 5,75% (alrededor de 1.7% del uso total de energía, ya que

⁶ 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).

⁷ Comisión de las Comunidades Europeas, 2005

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.

Como es improbable que Europa dedique un porcentaje tan alto de su tierra a producir agrocombustibles, el escenario más probable es que buena parte de los agrocombustibles necesarios para llegar a los objetivos establecidos se importen del exterior. Y en este caso, 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 anulando en parte el ya exiguo ahorro de emisiones de gases a efecto invernadero por las emisiones asociadas al transporte internacional.

El alto requerimiento de tierra es un motivo de preocupación porque se teme que un aumento en la demanda mundial de agrocombustibles podría favorecer 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.

Según un informe del International Grains Council, citado por un artículo del *The Economist*, a pesar de que se ha dado una producción global de cereales record (1660 millones de toneladas ese año, que es alta en comparación con las 1569 millones de toneladas del año pasado), la demanda superó la oferta en tres de los cuatros últimos años (alcanzará 1680 millones de toneladas ese año)⁸.

La responsabilidad de los agrocombustibles en la subida de precios de cereales es aún muy controvertida. Los partidarios de agrocombustibles afirman que biodiesel 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). El gobierno USA ha afirmado recientemente que los agrocombustibles contribuyen en menos de un 3% al aumento del precio de los alimentos (25% del maíz se dedica al bioetanol).

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, esta supondrá una ulterior presión al alza a los precios. Más investigación es necesaria 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.

⁸ *Biofuelled*. Grain prices go the way of the oil price. *The Economist*, 21 Junio 2007 2007

6 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 en muchos casos (dependiendo del tipo de materia prima utilizada) 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.

El óxido de nitrógeno originado por los fertilizantes contribuye no sólo al efecto invernadero sino también causa deterioramiento del ozono. Además, el nitrógeno y el fósforo contenidos en los fertilizantes pueden pasar a las faldas acuíferas subterráneas y causar eutrofización. Ese fenómeno se observa cuando el aumento de los nutrientes disponibles favorece algunas especies de planta a costa de otras, como por ejemplo las algas en ambientes acuáticos. La consecuencia es un crecimiento desmesurado de las algas, que a su vez provoca una reducción del oxígeno disponible, causando la muerte por sofocación de parte de la fauna acuática.

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 disposición.

7 El impacto en 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) y 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 produce biodiesel por sus mercados doméstico, podrían fácilmente desarrollar potencialidad para la 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.

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, palmeras o caña de azúcar.

Una producción a larga 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 (OGMs). 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 de girasol, colza y soja), cultivada principalmente para la industria alimentaria y cosmética, 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.

Además, teniendo en cuenta las emisiones de CO_2 debidas al transporte intercontinental y el aumento de CO_2 en la atmósfera debido a la deforestación (los árboles son sumideros de CO_2), el resultado final podría ser un aumento de emisiones de efecto invernadero, en lugar de la deseada reducción.

La misma preocupación es presente 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), que advierte:

“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 biodiesel puede fácilmente superar el del petróleo y del diesel” (pag.5).

Para asegurar que los agrocombustibles no tengan un impacto ambiental negativo en los países tropicales, la Unión Europea está ahora valorando la posibilidad (en el contexto de la legislación incluida en el “Paquete Energético” ahora en discusión) de establecer unos certificados obligatorios de calidad ambiental. Se trata de una iniciativa positiva, pero de difícil actuación, debido a las dificultades. se trata de una iniciativa positiva, pero de difícil actuación, debido a la complejidad del tema. Por ejemplo, el aumento de la producción de biocombustibles podría favorecer un fenómeno de desplazamiento de cultivos. En otras palabras, la caña de azúcar en Brasil podría no cultivarse en zonas de selva amazónica (y por eso obtener el certificado verde), pero el aumento de su producción podría favorecer que los agricultores que cultivaban productos alimentarios en las tierras ahora dedicadas al bioetanol, se desplacen a zonas con alto valor de biodiversidad, ejerciendo una presión sobre la selva tropical. Además, la certificación es complicada porque requiere una gran cantidad de información, y será difícil establecer controles efectivos y neutrales.

8 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 larga 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 agrocombustibles), 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 a efectos invernadero, si no 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 agrocombustibles fuese mejorar las condiciones del sector agrícola, podría haber soluciones alternativas. Por ejemplo, los mismos recursos que se quieren invertir en el agrocombustibles 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 de los agrocombustibles 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, evitando el uso de fertilizantes y pesticidas, la agricultura biológica contribuye a reducir el requerimiento energético del sector agrícola.

9 Conclusiones

De todo lo dicho se puede concluir que la producción de agrocombustibles es discutible si llevada a cabo a gran escala y con cultivos que implican impactos ambientales importantes (debidos a uso de fertilizantes y pesticidas, irrigación, erosión del suelo, etc.).

El problema básico es que estos cultivos requieren una gran extensión de tierra para producir una pequeña cantidad de energía, y por eso no constituyen, ni probablemente llegarán a constituir, una contribución relevante para la política energética (no tienen el gran potencial de otras fuentes renovables, como el solar o el eólico). Si el objetivo no es reducir el cambio climático, sino favorecer el desarrollo rural y combatir el abandono del campo, a lo mejor puede haber otra opción con menores impactos ambientales y sociales (como por ejemplo la agricultura biológica).

Obviamente, estas consideraciones no incluyen el reciclaje de aceite usado y de residuos agrícolas o forestales, cuyo uso para producir energía es aconsejable y tendría que ser promovido con dos objetivos: 1) reducir los costes y los impactos asociados a 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 utilizaciones de agrocombustibles no llegarán a tener dimensiones significativas con respecto a la reducción del efecto invernadero o de la seguridad energética.

De todas maneras, existen otras fuentes renovables, como la energía solar y la eólica, que presentan menores desventajas y mayores potencialidades de reducir la contribución antropogénica al cambio climático, si acompañadas por un conjunto de políticas de reducción del uso de energía y de mejora de la eficiencia.

10 Bibliografía

- Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA), 2007, Biocarburantes y Desarrollo Sostenible Mitos y Realidades, 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;
- Cardone M., Mazzoncini M., Menini S., Rocco V., Senatore A., Seggiani M. and Vitolo S., 2003. Brassica carinata as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: agronomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization, Biomass and Bioenergy 25(6):623-636
- 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

- Doornbosch 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
- Giampietro M., Mayumi K., and 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., 1997. 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.
- Janulis P., 2004. Reduction of energy consumption in biodiesel fuel life cycle, Renewable Energy 29(6): 861-871.
- Kallivroussis L., Natsis A. and Papadakis G., 2002. RD - Rural Development: The Energy Balance of Sunflower Production for Biodiesel in Greece, Biosystems Engineering 81(3): 347-354.
- 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, and 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.
- 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. and 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., and Lamy, S., 2002. "Modelling the Effects of E10 Fuels in Canada". Emission Inventory Conference Emission Inventory Conference, Florida, USA