

# Biomasa y agrocombustibles: algunas reflexiones críticas

Jorge Riechmann

Vicepresidente de CIMA (Científicos por el Medio Ambiente)

Investigador sobre cuestiones  
socioecológicas en ISTAS

Profesor titular de la Universidad de Barcelona



## Trasfondo y trascendencia del debate sobre agrocombustibles

1. Antecedentes: en los años noventa del siglo XX, debate más genérico sobre criterios de sostenibilidad para el aprovechamiento de la biomasa en el seno del mov. ecologista y en diversas organizaciones sociales.
2. Hoy, **rápida expansión de la producción de agrocombustibles en todo el mundo**. Demanda creciente en EEUU, la Unión Europea...
3. **El debate sobre agrocombustibles está íntimamente conectado con la crítica del insostenible modelo actual de transporte** (y, por ahí, con la crítica de la globalización neoliberal).
4. Las futuras sociedades sostenibles deberán basarse en recursos renovables, lo cual quiere decir: energías renovables (en lo que hace a energía) y biomasa (en lo que hace a materiales). **La producción basada en biomasa introduce nuevas tensiones en agrosistemas y ecosistemas ya tensionados**. Competencia incrementada por un recurso básico y escaso: el suelo fértil.



1. Introducción: hay que salir del modelo energético “fossilista”
2. En tal contexto, ¿qué papel para los biocarburantes/ biocombustibles/ agrocombustibles?
3. Algunos apuntes para estudios de caso
4. Riesgos para la seguridad alimentaria
5. Impactos ecológicos
6. Disponibilidad de biomasa
7. Necesidades de suelo
8. Balances energéticos
9. Dificultades de la transición energética
10. Tomas de posición de diversas organizaciones
11. Consideraciones finales y conclusiones



**istas**

Instituto Sindical  
de Trabajo  
Ambiente y Salud

[www.istas.ccoo.es](http://www.istas.ccoo.es)

## **II. EN TAL CONTEXTO, ¿QUÉ PAPEL PARA LOS BIOCARBURANTES/ BIOCOMBUSTIBLES/ AGROCOMBUSTIBLES?**



# Biomasa con fines energéticos

1. **Semillas oleaginosas** (colza, girasol, linaza, etc). Sus aceites vegetales se pueden transformar en biodiésel para uso en el transporte. Este proceso genera además grandes cantidades de subproductos vegetales, que se puede utilizar como combustible conjunto para la generación combinada de calor y electricidad.
2. Las **plantas amiláceas** (trigo, maíz, remolacha, patatas, etc) pueden producir etanol por fermentación. Este proceso también genera grandes cantidades de paja y otros residuos biológicos, que se pueden utilizar en la generación conjunta de calor y electricidad, o se pueden convertir en etanol utilizando otras tecnologías (actualmente en fase experimental).
3. Las **plantas lignocelulósicas** (hierbas, árboles de crecimiento rápido, madera y residuos de madera, etc.) se pueden utilizar para la producción de etanol, de biodiésel sintético (Fischer-Tropsch, o F-T) o para alimentar calderas para la generación conjunta de calor y electricidad.
4. Los **residuos domésticos biodegradables, el estiércol, etc**, pueden servir para producir biogás. El gas que se genera es metano, que tiene propiedades similares al gas natural de origen fósil y, por lo tanto, puede servir para los mismos usos, por ejemplo como combustible para transporte (directamente o convertido en biodiesel F-T, biometanol, biohidrógeno, etc.), o en la generación conjunta de calor y electricidad.



## Una precisión terminológica

- “Al término de ‘bio-combustibles’, preferimos el término ‘agro-combustibles’ (el petróleo también es un producto resultante de seres vivos)”.

“Los agro-combustibles industriales no van a contribuir a solucionar ni la crisis agrícola, ni la crisis climática”. Comunicado de prensa de la CPE (Coordinadora Campesina Europea), 23 de febrero de 2007. El MST brasileño razona de forma parecida.

- Suele hablarse de agrocombustibles para quemar, y agrocarburantes para transporte motorizado: pero no siempre se respeta esta distinción.



## Una ventaja decisiva de la biomasa

- Entre las formas de energía renovables, sólo la biomasa puede almacenarse sin más, y procesarse para proporcionar otros productos sólidos, líquidos o gaseosos.
- La biomasa es energía química ya almacenada, y no requiere baterías u otras tecnologías de almacenamiento; y también es materia que puede servir como materia prima para diversas producciones humanas.
- Pero precisamente porque es materia sólida, la extracción, el cultivo y el procesamiento de la biomasa puede causar impactos ambientales significativos.
- En particular, los agrocarburos son sustitutos de los combustibles fósiles en automoción: debido a las enormes cantidades de los mismos que estamos usando, los potenciales impactos socioambientales son enormes.



# Un problema de fondo de la biomasa

- “La eficiencia global de la fotosíntesis es muy baja. Menos del 1% de la energía solar se almacena en forma de biomasa, y no hay muchas posibilidades de mejorar eso.
- El biocombustible que se puede producir por unidad de superficie y año contiene menos del 0,4% de la energía solar que ha recibido esa superficie en el mismo tiempo.
- En comparación, las células fotovoltaicas son entre 50 y 100 veces más eficientes en lo que respecta a convertir la energía solar en eléctrica, y necesitan de mucho menos suelo. Los cultivos energéticos son una manera muy poco eficiente de usar el suelo.”  
Entrevista en *El País* del 12 de septiembre de 2007 con Hartmut Michel, premio Nobel de Química en 1988 -conjuntamente con Johann Deisenhofer y Robert Huber- por determinar, por cristalografía de rayos X y en una bacteria, el funcionamiento en detalle de la fotosíntesis -la reacción más importante del mundo, según el jurado-



# Biocarburantes “de primera generación”

- Pueden utilizarse mezclados con un bajo porcentaje de combustibles convencionales en la mayor parte de los vehículos actuales, y distribuirse a través de las infraestructuras existentes.
- Etanol a partir de caña de azúcar, de cereales (maíz, trigo, cebada...), de patatas...
- Biodiésel a partir de colza, de girasol, de aceite de palma, de aceites usados...
- “Incluso con las tecnologías más modernas, el coste de los biocarburantes producidos en la UE hace difícil que puedan competir con los combustibles fósiles. Con la tecnología actual, el biodiésel producido en la UE supera incluso un precio del petróleo de unos 60 euros por barril, mientras que el bioetanol sólo es competitivo si el precio del petróleo ronda los 90 euros por barril” (*Estrategia de la UE para los biocarburantes COM(2006) 34 final*)



# Biocarburantes “de segunda generación”

- Una de las tecnologías más prometedoras de los biocarburantes de segunda generación –la transformación en etanol de lignocelulosa procedente de paja, madera...– se encuentra bastante avanzada. En 2006, en la UE, se habían creado tres instalaciones piloto (en Suecia, España y Dinamarca).
- La planta piloto española –de Abengoa Bioenergía– producirá en Salamanca etanol a partir de paja de cereal (5 millones de litros al año).
- Otras tecnologías para convertir la biomasa en biocarburantes líquidos son el biodiésel Fischer-Tropsch y el bio-DME (biodimetiléter). En Alemania y Suecia hay instalaciones de demostración operativas.
- El gas natural sintético puede producirse tanto a partir de recursos fósiles como renovables.



# Promesas del bioetanol celulósico

- Sus defensores afirman que el etanol celulósico contiene entre **cuatro y seis veces más energía que la invertida en su producción.**

Crystal Davis: "Global biofuel trends", *Earth Trends Update* de marzo de 2007.

- Pero algunos expertos (p. ej. Henrik Wenzel, profesor de economía ambiental en la Universidad Técnica de Dinamarca: [wenzel@ipl.dtu.dk](mailto:wenzel@ipl.dtu.dk)) no confían en esta "segunda generación".
- Arguyen que aunque estos biocarburantes que emplean la planta entera no competirán directamente con la producción alimentaria, sin embargo los procesos de fermentación requieren mayores temperaturas y son más intensivos en energía.
- Los problemas de logística (recolección y transporte de biomasa dispersa, a un coste razonable) son grandes. Por no hablar de los problemas ecológicos derivados de las plantaciones...



# Promesas del biodiésel a partir de algas

- Una buena idea: ir a la base de la cadena alimentaria marina, el fitoplancton.
- “Más del 50% de la masa de las decenas de miles de especies de algas que componen el fitoplancton en los océanos es aceite. ¿Para qué quieren tanta grasa? Simplemente porque tiene menos densidad que el agua y flota en el mar con el fin de estar cerca de la superficie donde llega la luz solar, que es la mitad de su dieta junto al dióxido de carbono en la fotosíntesis.” Gustavo Catalán Deus en *El Mundo*, 28 de mayo de 2007.



- Según algunos expertos, la producción de biodiesel de algas tiene la ventaja principal de **una mayor productividad por hectárea que los cultivos agrícolas, unas 30 veces superior al maíz o la soja.**
- El biodiesel producido con algas es de gran calidad, por estar libre de azufre, no ser tóxico y ser muy biodegradable.
- El inconveniente es que para producir las algas de forma masiva se requieren campos nivelados y encharcados, similares a los del cultivo de arroz y que hay que bombear, secar y refinar la pasta de algas antes de procesarla.

<http://www.biodieselpain.com/2007/04/19/varios-proyectos-de-biodiesel-de-algas/>



- La producción de biodiésel de algas se encuentra en estado avanzado de desarrollo en EEUU por parte de algunas empresas como Algae Biofuels (filial de Petrosun).
- Esta empresa anunció en febrero de 2007 la conclusión con éxito de los ensayos de producción de biodiesel a partir del **cultivo de microalgas** y la entrada en una última fase final previa a la construcción de una planta comercial. <http://www.algaefuels.org/index.html>



## Promesas del “biopetróleo” a partir de algas: BFS en Alicante

- La empresa española **Bio Fuel Systems (BFS)**, con sede en Alicante, propone producir “**biopetróleo**” **utilizando como materia prima fitoplancton.**
- BFS (por boca del ingeniero de termodinámica Bernard Stroiazzo) asegura que ya tiene desarrollados los planos industriales y probado con éxito el prototipo. Planea una planta de producción eléctrica de 30 megavatios para finales de 2007.
- BFS ha suscrito un convenio de colaboración con la Universidad de Alicante por el que esta institución (y en particular el biotecnólogo Cristian Gomis) colabora con la empresa en el desarrollo científico del proyecto.



- Según BFS, el producto resultante es mucho más productivo y rentable que cualquiera de los desarrollados hasta el momento en el sector.
- Aseguraría una producción 400 veces superior a cualquier otro biocombustible conocido hasta ahora y basado en la utilización de las plantas, incluidas las algas.
- Por otra parte, no requeriría de grandes superficies para su producción. En una superficie de 52.000 km<sup>2</sup> (dos veces la Comunidad Valenciana), según la empresa, se podrían obtener 95 millones de barriles de biopetróleo al día, es decir, toda la producción mundial actual de petróleo, y a un precio sensiblemente inferior al del petróleo actual [www.biofuel-systems.com](http://www.biofuel-systems.com); [www.biopetroleo.com](http://www.biopetroleo.com)



- “Se han seleccionado **una treintena de cepas de familias de algas clorofíceas** a las que se ha alimentado con luz solar, CO2 y una pizca de fósforo y nitrógeno. El resultado ha sido que en esas condiciones artificiales óptimas, sin cambios extremos de temperaturas, ni corrientes, ni depredadores, han acelerado sus procesos vitales y reproductivos. Si en el medio marino la concentración de estos seres es de 300 en un mililitro cúbico, en el sistema BFS llega a 200 millones.
- La batería de cilindros de plástico transparentes de tres metros de altura y 70 centímetros de diámetro -que hacen de **prototipo de la que será una próxima planta industrial**- contiene una especie de sopa de color verde, donde cada día esos cientos de miles de millones de seres se dividen en dos cada 12 horas. Es así como la biomasa está servida.” Gustavo Catalán Deus, “El ‘biopetróleo’ renovable de Alicante”, *El Mundo*, 28 de mayo de 2007

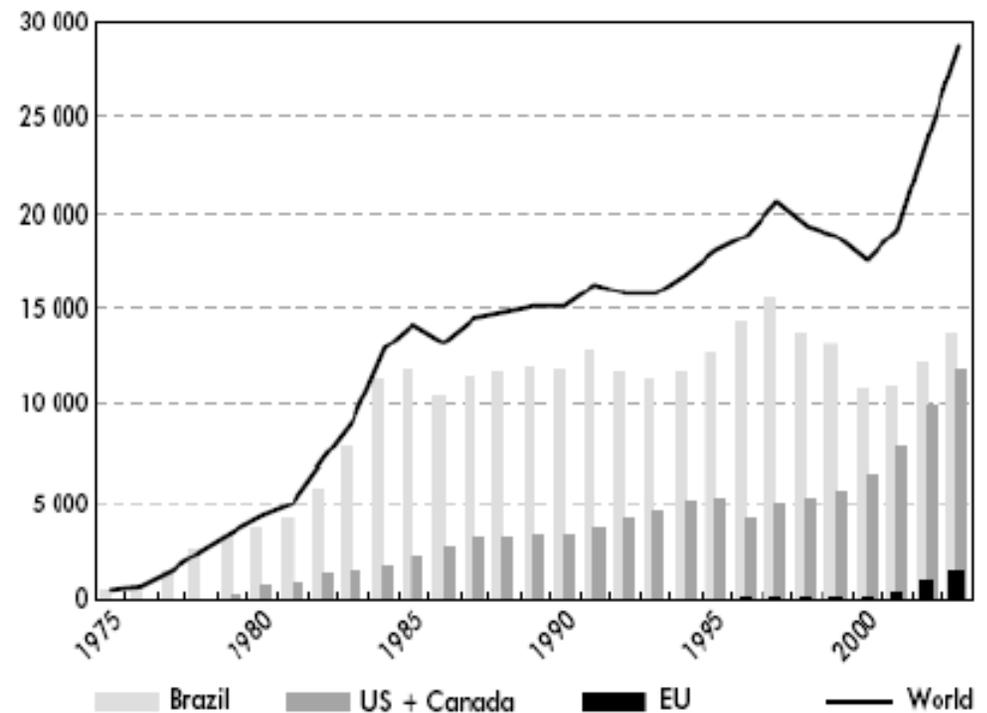


- “El biopetróleo de BFS no tiene el color negro del crudo y **no tiene ni azufre ni los metales pesados que se le incorporan en su fosilización**. Es sólo materia orgánica con la celulosa y el silicio de la membrana celular.
- Cada día se ordeña el cilindro extrayendo la mitad de su contenido, se centrifuga, se devuelve el agua al tanque para que se doble la cantidad de individuos en las siguiente 24 horas, y queda la materia orgánica en pasta para la refinería o seca para carbón. **Cada kilogramo de esta masa tiene 5.700 kilocalorías. Tanto como el carbón.** Capaz de alimentar plantas térmicas de electricidad, que se verían obligadas a capturar el CO2 de sus chimeneas para alimentar al biocombustible que crece en la planta de al lado, donde digiere su propio carbono y ni tan siquiera hay que transportarlo. Una refinería podría hacer lo mismo.
- En BFS logran que, **en cada dos metros cúbicos de agua, se produzcan seis kilos al día de biomasa**. Esto es miles de veces más que el cultivo anual de soja, girasol o palma, usando mucho menos territorio y menos **agresivamente.**” Gustavo Catalán Deus, “El ‘biopetróleo’ renovable de Alicante”, *El Mundo*, 28 de mayo de 2007



# Producción mundial de etanol 1975-2005

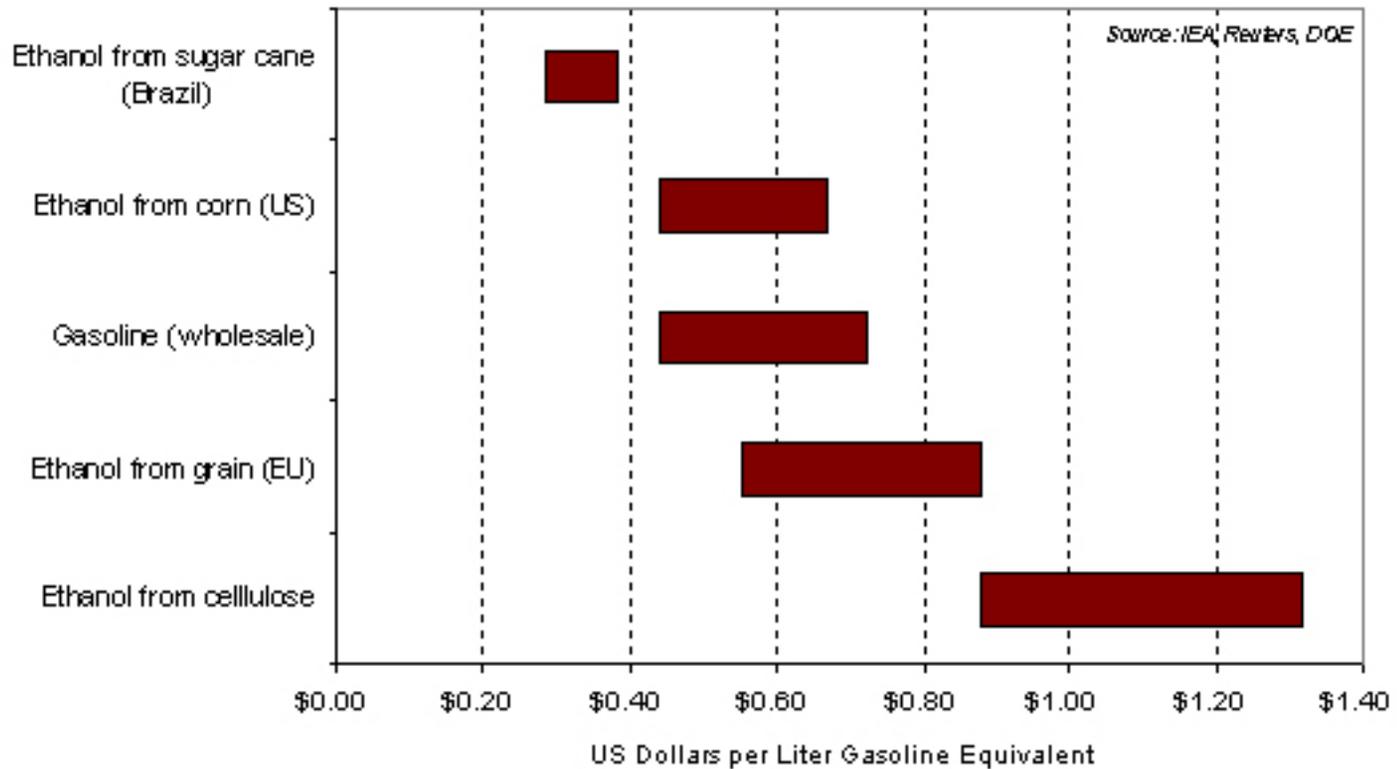
Producción mundial  
de etanol 1975-  
2005 (triplicada en  
5 años)





# Costes de producción para el etanol y la gasolina, 2006

Fuente: Worldwatch Institute, *Biofuels for Transportation: Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century*, 2006





# ¿Agrocarburos a partir de plantas transgénicas?

- *Nature Biotechnology* dedicó el editorial de su edición de julio de 2006 a explicar que los costos ambientales de la producción estadounidense de etanol (en erosión de suelos, aumento del uso de agroquímicos, contaminación del Golfo de México y destrucción de hábitats naturales) superan sus supuestos beneficios.
- Siguiendo la lógica empresarial, esto no es problema, sino un nuevo negocio. Lo que se necesita, argumenta el editorial, son cultivos transgénicos y procesos biotecnológicos que hagan más eficiente el proceso.
- A la cabeza de estas transformaciones, como parte de los grandes ganadores de la conversión a los biocombustibles, ya están colocadas Syngenta, Dupont y Monsanto, tres de las seis empresas mundiales que controlan agrotransgénicos. Cada una está desarrollando maíz transgénico para producción de etanol en colaboración con Diversa Corporation y con Archer Daniels Midland y Bunge, dos de las cinco que dominan el comercio mundial de granos.

Silvia Ribeiro: "Biocombustibles y verdades convenientes", *La Jornada*, México, 30 de octubre de 2006

- Syngenta ya ha desarrollado maíz transgénico con una enzima que facilitaría su procesamiento para bioetanol.



## Objetivos de la UE, 1

- Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. Fijó el objetivo de **un 5'75% de los combustibles para transporte en 2010**.
- El objetivo intermedio para 2005, una cuota del 2 % de biocarburantes, no se alcanzó.
- *Plan de acción sobre la biomasa*, COM(2005) 628, adoptado el 7 de diciembre de 2005.
- *Estrategia de la UE para los biocarburantes* (comunicación de la Comisión), COM(2006) 34 final, de 8 de febrero de 2006.
- **10% de biocombustibles respecto al consumo total de gasolina y gasóleo para transporte en 2020** (Consejo Europeo de marzo de 2007). Esta decisión –lo veremos más abajo– puede suponer un tremendo error...



## Objetivos de la UE, 2

- Para el año **2010**, el **22,1%** de la electricidad deberá generarse a partir de fuentes renovables (Directiva 2001/77/CE). Si este objetivo incluye a los 10 países que se han incorporado a la UE-25, el objetivo conjunto para la Unión Europea caería al 21%, debido a que se han negociado objetivos más bajos para estos países que los fijados para los estados miembros de la Europa de los 15 (UE-15).
- En el año **2010**, el **12%** del consumo interior bruto de energía deberá proceder de fuentes renovables (CE, 1997).
- Ya mencionamos antes que la UE ha aprobado (en el Consejo Europeo de marzo de 2007) el objetivo de un **20%** de consumo de energía primaria procedente de fuentes renovables para **2020** (y una reducción de GEI del 20% como mínimo).



## Objetivos de España (para cumplir con los europeos)

- 5'83% de carburantes de origen vegetal en 2010.
- 12% de energía primaria procedente de fuentes renovables en 2010.

(Plan de Medidas Urgentes contra el Cambio Climático aprobado en el Consejo de Ministros del 20 de julio de 2007.)



# Incentivos para los agrocombustibles en España

- Tipo cero del impuesto especial sobre hidrocarburos (cuantificado en 2.855 millones de euros durante el periodo de vigencia del Plan de Energías Renovables 2005-2010), desde 2005.
- A esto hay que añadir los subsidios agrícolas de la PAC (45 €/ Ha para los cultivos energéticos).
- (En todo el mundo, únicamente en Brasil los biocarburantes –bioetanol a partir de caña de azúcar– no reciben incentivos o subvenciones.)
- Obligatoriedad (a partir de 2008) de la mezcla con las gasolinas y gasóleos convencionales (1'9% en 2008, 5'83% en 2010). Enmienda a la Ley del Sector de Hidrocarburos (Ley 34/ 1998), 14 de junio de 2007.



# Plantas de procesamiento de biocombustibles en España

- Según APPA a finales de 2006 había en España 16 plantas de biocombustible que produjeron 445.577 toneladas: 321.000 de bioetanol y 124.577 de biodiésel. Esta cifra es un 44% superior a la alcanzada el año anterior, pero no es absorbida por la demanda interna. [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)
- Estas plantas **se sitúan sobre todo en puertos marítimos o cerca de la costa, lo cual indica que van a recibir la materia prima desde fuera del país.**
- Sobre todo por el **fuerte déficit cerealista de nuestro país** (vinculado con su gran cabaña ganadera, sobre todo en porcino y avicultura de carne): la producción normal es de 20-23 millones de Tm/ año, y el consumo de 30-32 millones de Tm/ año. En 2007, año de buena cosecha, se produjeron algo más de 11 millones de toneladas de cebada, más de 5 millones de trigos blandos, 1'5 millones de trigos duros, más de un millón de toneladas de avena, y 4 millones de toneladas de maíz. Total, 23 millones de toneladas.



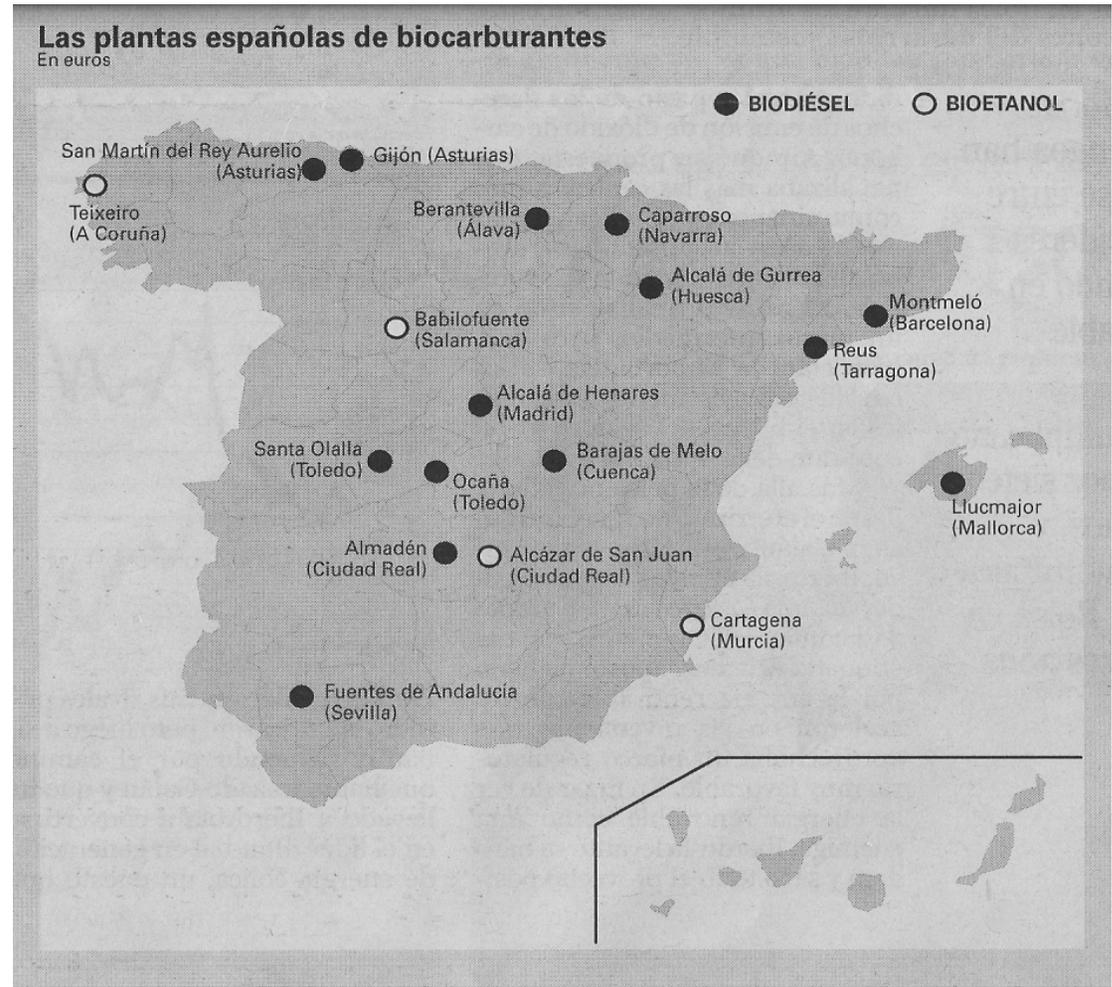
## Por ejemplo, sendas plantas de biodiésel en Los Arcos y Tudela

- Por ejemplo: en las localidades navarras de Los Arcos y Tudela se están construyendo sendas plantas de biodiésel con capacidad para 24 millones de litros anuales, **que se alimentarán de aceites vegetales como colza, soja o palma** (según el Gobierno de Navarra en su publicación *Energías renovables Horizonte 2010*, de 2006).
- Esto es: aceites importados, no cultivos autóctonos.



# Plantas españolas de agrocarburos, primavera de 2007

18 plantas de bioetanol y biodiésel



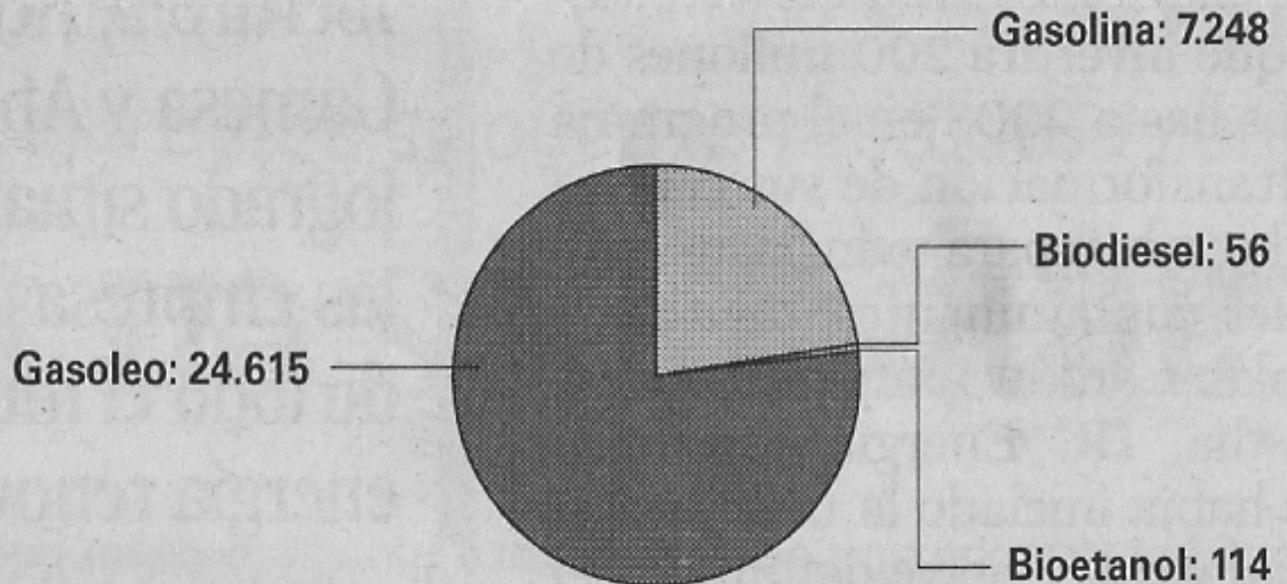
Fuente: APPA y FMI



# Consumo de carburantes en España, 2006

## Consumo de carburantes en España. 2006

En miles de tep (toneladas equivalentes de petróleo)



Fuente: APPA y FMI



# ¿Una energía autóctona?, 1

- Según la organización agraria UPA, **más del 50% de las plantas para la producción de biocarburantes se han establecido en las costas, y las mismas tienen capacidad para producir más del 70% del total del biocombustible proyectado.**
- Esa situación reflejaría la posición de unas industrias interesadas en la obtención de los biocarburantes, pero con una clara inclinación por la utilización de materia prima procedente del exterior.
- De hecho, una de las primeras plantas en entrar en producción para la obtención de bioetanol como la ubicada en Salamanca, propiedad de Abengoa y Ebro Puleva, ya ha utilizado las primeras 300.000 toneladas de trigo inglés importado por los puertos del norte, aunque la operación se llevó a cabo la campaña anterior, con la cosecha de cereales más baja de las últimas décadas por la sequía.
- Las importaciones no se contemplan, sin embargo, por las industrias como una acción puntual, sino como una vía normal de abastecimiento de materias primas simplemente en función de los precios de los mercados.

Vidal Maté, "Alternativas para las tierras agrícolas", *El País*, 24 de septiembre de 2006



## ¿Una energía autóctona?, 2

- Desde luego que no.
- En España entre el 65% y el 95% del biodiésel será importado, o fabricado a partir de materia prima importada (para el objetivo del 5'75%), según las estimaciones del MAPyA y del sector (UPA, APPA).  
Jornada "Energías renovables: una alternativa para la agricultura del siglo XXI", organizadas por UPA en el Ministerio de Medio Ambiente, 21 de junio de 2007.
- El comisario europeo de comercio, Peter Mandelson, defiende que "Europa debe estar preparada para importar gran parte del biocarburante que consume". A. Carbajosa, "La UE advierte a Brasil del coste social del etanol", *El país*, 6 de julio de 2007.



## Muchos de los costes de la extracción de biomasa se “externalizarían” al Sur

- La Comisión Europea sabe también 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 todavía menos del 10%)**.
- Por eso, en el Plan de Acción para la Biomasa se afirma que las materias primas europeas tendrían que ser complementadas con importaciones desde los países del Sur, donde la UE quiere incentivar la producción de cultivos energéticos.
- Así, **muchos de los costes de la extracción de biomasa se “externalizarían” al Sur...**



## En el futuro: biorrefinerías

- Para producir de forma económica y eficiente, junto con los agrocombustibles, otros “bio-productos”, deberían desarrollarse “bio-refinerías”, análogas a las actuales refinerías de petróleo, donde el crudo es convertido en combustibles y otros productos como fertilizantes y plásticos.
- Es importante recordar que la biomasa puede sustituir no sólo a los carburantes derivados de los combustibles fósiles, sino a los productos de la petroquímica.
- En el caso de las biorrefinerías, la biomasa vegetal produciría una diversidad de productos como pienso para animales, agrocombustibles, productos químicos, polímeros, lubricantes, pegamentos, fertilizantes...



- David Morris –del Institute for Local Self-Reliance–, que ha estudiado este asunto, subraya que los productos bioquímicos son en realidad mucho más valiosos que los agrocombustibles (entre dos y diez veces, en los mercados actuales): los segundos serían una suerte de subproductos de los primeros.
- La biomasa que entrase en una de estas biorrefinerías proporcionaría en su uso final: más o menos un tercio de productos bioquímicos, un tercio de carburantes, y un tercio de energía –térmica y eléctrica– para el funcionamiento de la propia planta.

David Morris: *The Carbohydrate Economy, Biofuels and the Net Energy Debate*.  
Institute for Local Self-Reliance, Minneapolis 2005, p. 4.



## La UE estimula las biorrefinerías

- El proyecto BIOCOUP, financiado por el VI programa marco de la UE, trata de estimular la transformación de las refinerías petroquímicas en biorrefinerías capaces de procesar biomasa con el fin de producir energía y sustancias químicas.
- El proyecto ENDURE, financiado por la UE, busca crear una red europea para la sostenibilidad de las estrategias de protección de cultivo.



## Pero también los biomateriales exigen bastante suelo

- En Alemania, la biomasa proporciona hoy aproximadamente el 10% de las materias primas orgánicas que precisa la industria química (dos terceras partes son importadas).
- En EE.UU. la biomasa proporciona el 5%, y se ha aprobado el objetivo político de elevar este porcentaje al 25% en 2030.
- Pero si se quisiera abastecer con biomasa todos los requerimientos de la industria química actual, en un país como Alemania ello exigiría la mitad de toda la tierra cultivable del país; y con ello sólo se sustituiría el 5% del consumo de materias primas fósiles del país. Stefan Bringezu y otros, *Towards a sustainable biomass strategy*, Wuppertal Paper 163, Inst. Wuppertal, junio de 2007, p. 16 y 18
- También a la hora de sustituir los productos de base mineral por biomateriales, la disponibilidad de tierra cultivable impone severos límites.