

# 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

## VIII. BALANCES ENERGÉTICOS



# La importante cuestión de los balances energéticos

- Desde los años setenta del siglo XX se viene desarrollando un intenso debate técnico sobre los balances energéticos de los biocombustibles...
- ¿Podría ser que estos proporcionasen menos energía que la contenida en los combustibles fósiles necesarios para su producción? En tal caso, estaríamos haciendo un pan como unas hostias...



- Desde hace muchos años David Pimentel –profesor de la Universidad de Cornell en Nueva York– y más recientemente Tad Patzek –profesor de ingeniería química en la Universidad de Berkeley en California– son las principales voces críticas.
- Han estudiado el balance energético y económico de producir biomasa, etanol o biodiésel a partir de maíz, *switchgrass*, madera, soja y girasol, usando el método –generalmente aceptado– de análisis del ciclo de vida.
- Aunque hay mucha controversia sobre el balance energético del bioetanol y biodiesel, el balance energético de la biomasa cosechada está generalmente menos sujeto a disputas, por lo que –señala Mae Wan-Ho del ISIS– supone un buen punto de partida para el debate.



## Balance energético de los principales cultivos en cuanto a biomasa, según Pimentel y Patzek

### BALANCE ENERGÉTICO PARA BIOMASA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS

Cultivo	Cosecha (Ton/ha)	Entrada de Energía (GJ)	Salida de Energía (Biomasa) (GJ)	(Entrada/Salida)
Maíz	8.655	33.978	130.459	3.84
Switchgrass	10.000	11.535	167.480	14.52
Soya	2.668	15.685	40.216	2.56
Girasol	1.500	25.620	19.470	0.76
Colza	4.080(a)	12.159	54.346	4.47
	8.080(b)	12.417	114.346	9.21
Trigo	8.960(a)	12.562	74.189	5.91
	15.460(b)	13.328	171.689	12.88

(a) solo grano, (b) grano y paja



## ¿Balances energéticos negativos en los agrocarburos?

- David Pimentel y Tad Patzek sostienen que el balance energético de todos los cultivos, con los métodos de procesamiento actuales, es negativo: se gasta más energía fósil que la contenida en el biocombustible.
- Así, por cada unidad de energía gastada de energía fósil, el retorno es 0,778 de energía en el caso del etanol de maíz; 0,688 unidades en etanol de *switchgrass*; 0,636 unidades de etanol de madera y el peor de los casos, 0,534 unidades de biodiésel de soja.
- Esto quiere decir: rendimientos negativos de -29% para el etanol de maíz, -59% para el etanol de madera, -27% para biodiésel de soja o -118% para el biodiésel de girasol.

D. Pimentel y TW. Patzek, "Ethanol production using corn, switchgrass and wood; biodiesel production using soybean and sunflower". *Natural Resources Research* 2005, 14, p. 65-76





- Los trabajos de Pimentel (y en particular este último de 2005, con Patzek) han estimulado otros estudios de varios ministerios del gobierno de los Estados Unidos, que acusan a Pimentel y Patzek de usar fórmulas no actualizadas o de no contar la energía contenida en subproductos como el *seedcake* de soja y maíz (residuos que quedan luego de que el combustible ha sido extraído) que puede ser utilizado como alimento de animales.
- Pero Pimentel y Patzek sí incluyen en sus cálculos la energía necesaria para construir las plantas procesadoras, la maquinaria agrícola, etc., que no se suele incorporar en este tipo de análisis. Ellos critican las estimaciones que dan un balance positivo precisamente porque dejan de lado toda esta inversión en energía que fue necesaria para obtener el biocarburante, y que es necesaria si verdaderamente hemos de considerar el ciclo de vida completo.



- De hecho, ni Pimentel/ Patzek ni sus críticos han incluido los costes del tratamiento de desperdicios y desechos, o los impactos ambientales de los cultivos bioenergéticos intensivos (como la pérdida de suelos y la contaminación por el uso de fertilizantes o plaguicidas).
- No cabe obviar el contabilizar la energía de los productos asociados, que puede ser grande. Por ejemplo, sólo el 18% de la soja es aceite que sirve para biodiésel, mientras que el resto es pasta de soja de alto contenido proteico (*seedcake* o DDGS, como veíamos antes) que sirve como alimento animal.



## El estudio de Farrell/ Plevin y otros

- Un nuevo estudio que compara seis estimaciones del balance energético en la obtención de etanol subraya que “los cálculos de energía neta son muy dependientes de las supuestos sobre con la asignación de los co-productos”.
- Los análisis, llevados a cabo por investigadores de la Universidad de Berkeley en California, y publicados por la revista *Science* en enero del 2006, incluyen los cálculos de Pimentel y Patzek. Desarrollaron un modelo para comparar los datos y supuestos de todas las estimaciones. El balance energético negativo obtenido por Pimentel y Patzek destacaba entre los otros por incluir la energía usada para la construcción y funcionamiento de las plantas procesadoras, la maquinaria agrícola, y la subsistencia de los trabajadores; y también por no considerar los co-productos.



- Ahora bien, si se eliminan estos factores “inconmensurables”, el resultante balance energético positivo resulta muy modesto: apenas entre 3 Mj/litro y 8 Mj/litro de etanol, lo que significa entre 1,13 y 1,34 en la relación salidas/ entradas de energía (hay 23,4 MJ en un litro de etanol), mientras la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero es de cerca del 13%
- Los científicos entonces usaron los “mejores datos” de los seis análisis para “crear” tres casos de estudio con sus respectivos modelos, todos ellos hipotéticos: *Ethanol Today*, que incluye los valores típicos de la actual industria de etanol a partir de maíz; *CO2 Intensive*, basada en los planes de enviar maíz por barco desde Nebraska a una planta de etanol que funciona con energía de lignito, en el Norte de Dakota; y *Cellulosic*, que supone que la producción de etanol de celulosa a partir pasto *switchgrass* es ya técnicamente posible y rentable.



- En los tres casos hipotéticos, los investigadores encontraron un balance positivo de energía: 23 MJ/litro de etanol para *Cellulosic* (muy significativo), 5 MJ/litro para *Ethanol Today*, y 1,2 MJ/litro para *CO2 Intensive*; los cocientes *output/ input* (salida/ entrada de energía) fueron de 1,98, 1,21, y 1,05 respectivamente.
- *Cellulosic* es claramente el ganador en término de balance energético, y con buena puntuación en cuanto a ahorro de emisiones gases de efecto invernadero, que es del 89%. Los valores correspondientes a *Ethanol Today* y *CO2 Intensive* son del 17% y 2%, respectivamente.

AE Farrell, RJ Plevin y otros: "Ethanol can contribute to energy and environmental goals".  
*Science* 2006, 311, p. 506-508.



- Ahora bien: tal y como comenta Mae Wan-Ho, “estos análisis muestran que los actuales métodos de producción, representados por los modelos *Ethanol Today* y *CO2 Intensive*, ofrecen un balance energético mínimamente positivo y un escaso ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero, incluso bajo los supuestos más favorables.”

Mae-Wan-Ho, “Biofuels for oil addicts, cure worse than addiction?”, en AAVV, *Which Energy? 2006 Energy Report from the Institute of Science in Society*, ISIS 2006. Puede consultarse en <http://www.twinside.org.sg/title2/par/whichEnergy.pdf>



## La respuesta de Patzek

- Patzek escribió una detallada respuesta al artículo de la revista *Science* que arrojaba un balance energético positivo en la producción de etanol a partir de maíz, señalando los principales errores usados en la contabilidad energética, que llevaban a sobreestimar los retornos.
- Estos incluían: no contabilizar la energía contenida en las semillas de maíz como insumo energético, suponer rendimientos muy elevados en la obtención de etanol a partir del maíz (contrarios a los datos reales), reasignar indebidamente costes energéticos (en particular en la fase de destilación, a subproductos tales como residuos de la fermentación que no tienen nada que ver con la producción de etanol)...



- Según Patzek, cuando se rehacen las cuentas energéticas de los diferentes autores a partir del mismo conjunto de datos más realistas, los balances energéticos resultan ser notablemente uniformes.
- La relación salida/ entrada de energía varía entre 0,245 y 0,310. En otras palabras, el *balance energético es muy negativo: por cada unidad de energía usada en hacer etanol de maíz, se obtiene en el mejor de los casos 0,3 unidades de energía como retorno.*

Citado por Mae-Wan-Ho, "Biofuels for oil addicts, cure worse than addiction?", en AAVV, *Which Energy? 2006 Energy Report from the Institute of Science in Society*, ISIS 2006. Puede consultarse en <http://www.twinside.org.sg/title2/par/whichEnergy.pdf>





## Otros resultados (de un estudio francés asumido por la CPE)

- “La eficacia energética está en torno de 1 para el etanol de maíz (1,00 = misma cantidad de energía gastada en la producción que el contenido energético en el producto final)
- 1,06 para el etanol de trigo (1,35 si se integran las economías generadas por la utilización en alimentación animal de los coproductos)
- 1,14 para el etanol de remolacha (1,25)
- 1,66 para el éster de colza (2,23).
- El aceite puro de colza prensado en la explotación tiene resultados mejores (1,88 y 3,8), especialmente del punto de vista de las emisiones de CO<sup>2</sup>.
- Solo el etanol de caña de azúcar obtiene resultados energéticos muy buenos. Pero Europa apenas lo produce (sólo es cultivable en algunos territorios franceses u holandeses de ultramar, en Canarias, o en el sur de España y Portugal).
- Ver estudio de EDEN: <http://www.espoir-rural.fr/images/stories/section/agrocarburants%20%20synthese%20eden%202006.pdf>”

“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



## Otros resultados (del estudio del CIEMAT encargado por el MMA, 2005)

Fuente: CIEMAT: *Análisis del ciclo de vida comparativo del etanol de cereales y la gasolina*, MMA, Madrid 2005, p. 73

Etanol producido a partir de cereales: trigo y cebada

E5 significa "etanol mezclado al 5% con gasolina"

E85 significa "etanol mezclado al 85% con gasolina"

"Gasolina 95" es gasolina sin plomo de 95 octanos

**IMPORTANTE:** se excluyen del ACV los procesos de fabricación de la maquinaria agrícola, los vehículos de transporte, y las instalaciones de transformación del cereal en etanol (p. 14)

Tabla 37. Eficiencias energéticas del ciclo de vida y ratio de energía fósil de las mezclas estudiadas

	Eficiencia energética del ciclo de vida (MJ <sub>combustible</sub> /MJ <sub>energía primaria</sub> )	Ratio de energía fósil (MJ <sub>combustible</sub> /MJ <sub>energía fósil</sub> )
Sistema A1: E85	0,965	1,262
Sistema A2: E5	0,844	0,860
Sistema B: Gasolina 95	0,839	0,848



- Como hemos hecho notar, se excluyen del ACV los procesos de fabricación de la maquinaria agrícola, los vehículos de transporte, y las instalaciones de transformación del cereal en etanol. Aun así, la producción y uso de la mezcla E85 **sólo supone un ahorro del 17% de energía primaria** por km. recorrido respecto de la gasolina 95 (p. 70).
- En cuanto a las eficiencias energéticas del ciclo de vida, **nótese que para estas mezclas todas ellas son menores que la unidad**: la energía primaria que hay en el combustible es menor que la energía primaria necesaria para producirlo y distribuirlo.
- Y la ratio de energía fósil de la mezcla E85 tampoco resulta especialmente brillante: sólo 1'262.
- Por último, este estudio del CIEMAT para el MMA arroja que "en conjunto, la producción y uso de las mezclas estudiadas **produce emisiones netas de gases de efecto invernadero**" (p. 76).



## Mejor rendimiento para el etanol de caña de azúcar

- El etanol a partir de caña de azúcar tropical tiene un balance energético mucho mejor: según una investigación, por unidad de energía invertida, el agrocombustible contiene 8'3 unidades.

Informe "Sustainability of Brazilian bio-ethanol" del Copernicus Institute (Universidad de Utrecht) y Unicamp (Universidad Estatal de Campinas, Brasil), citado en Mae Wan-Ho, "Biofuels Republic Brazil", comunicado de prensa de ISIS, 18 de diciembre de 2006.

- Sin embargo, otro estudio arrojaba un balance de sólo 3'7.

Marcelo E. Dias de Oliveira y otros, "Ethanol as fuel: energy, carbon dioxide balances and ecological footprint", *Bio Science*, julio de 2005.



## Más sobre el etanol de maíz en EEUU

- David Morris defiende que, ante la pregunta “¿No hace falta más energía para producir etanol [a partir de maíz, en EEUU] que la contenida en el mismo etanol”?,
- la respuesta breve es: hacia 1980, sí;
- hacia 1990, probablemente no;
- en 2005, sin duda no (a consecuencia de los mejores rendimientos obtenidos tanto en la granja como en la planta de procesamiento. Por ejemplo, entre 1980 y 2005 las plantas de procesamiento han reducido sus insumos de energía por litro de etanol producido a la mitad).

David Morris: *The Carbohydrate Economy, Biofuels and the Net Energy Debate*.  
Institute for Local Self-Reliance, Minneapolis 2005, p. 6 y 9.



- Y Morris señala que, en cualquier caso, las diferencias entre Pimentel/ Patzek y sus adversarios en cuanto al balance energético del etanol de maíz son muy pequeñas:
- 0'85 para los primeros en su trabajo de 2005; entre 1'24 y 1'40 para quienes han hallado balances energéticos positivos.

David Morris: *The Carbohydrate Economy, Biofuels and the Net Energy Debate*. Institute for Local Self-Reliance, Minneapolis 2005, p. 11.



## El punto débil de la agroenergética

- En cualquier caso, incluso con balances energéticos positivos, su muy escasa cuantía nos indica el punto débil de los biocarburantes, que ya subrayó hace más de dos décadas José Frías:
- “Dados los elevados consumos energéticos de la agricultura actual procedentes de combustibles fósiles, (...) aun en los casos en que la eficiencia energética sea superior a la unidad se trata simplemente de ‘cambiar’ por ejemplo 10 toneladas de petróleo (energía no renovable) por el equivalente de 12 toneladas de petróleo en alcohol obtenido a partir de la biomasa. Así pues, **el punto más débil para el desarrollo de la agroenergética lo constituye su dependencia de los combustibles fósiles, por lo que en definitiva el proceso resulta equivalente a un pequeño aumento del rendimiento energético del petróleo.**” José Frías San Román, “Posibilidades de aprovechamiento económico de la biomasa residual”, *Agricultura y sociedad* 34, 1985, p. 219. El subrayado es mío.



# Previsiones de la industria europea de agroquímicos

- “El contrasentido energético de la orientación actual acaba de ser aportado por la industria europea de los abonos, que prevé un aumento del consumo de abonos nitrogenados vinculado a la extensión de los agro-combustibles.  
<http://www.efma.org/Members/Press/Press%202006/PR%20re%20Forecast%202006.pdf>
- ¡Recordemos que los abonos nitrogenados representan alrededor un 40% del consumo energético de las explotaciones!”

“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 problema no son los biocombustibles, sino el modelo de desarrollo, y la escala de la producción/ consumo

“Los biocombustibles en sí no son el problema. Es más, dentro de un enfoque social y ambientalmente adecuado pueden servir para satisfacer parte de las necesidades energéticas de nuestros países y en particular de las comunidades locales. El problema central es el modelo en el que se los pretende implementar, caracterizado por la gran escala, el monocultivo, el uso masivo de insumos externos, la utilización de transgénicos, la mecanización y su exportación para alimentar el consumo desmedido de energía que se realiza en el Norte.”

World Rainforest Movement, “Biocombustibles: grave amenaza disfrazada de verde”, editorial del boletín 112 del WRM (monográfico sobre biocombustibles), noviembre de 2006 (puede consultarse en <http://www.wrm.org.uy/boletin/112/opinion.html#amenaza>)



## Conflictos por el uso de la tierra: un artículo de Gustavo Duch

- “El avance de la desertificación hace descender cada año las hectáreas de superficie cultivable del planeta. Además, en el primer mundo se ha reducido mucho la superficie de tierras cultivables tanto por la fiebre de la construcción como por la sustitución de la agricultura familiar sostenible por una agricultura intensiva y muy contaminante que inhabilita la tierra para un nuevo uso agrícola.
- El suelo agrícola no es infinito y -aunque podamos pensar lo contrario- tampoco es renovable. Es un recurso no renovable, como el petróleo. Cuando se pierde por erosión o contaminación, se pierde y punto.”



- “Por obtener el total control de la tierra cultivable se verán las mayores de las luchas (...). Los viejos terratenientes oligarcas lucharán sin desmayo para conservar e incrementar los negocios de las explotaciones agrícolas para la exportación de alimentos al primer mundo. No desmayarán en su pugna las corporaciones energéticas que sueñan con cosechas de petróleo verde. Los generales de Coca-Cola y Pepsi necesitan la tierra en la que crece el maíz y el agua de su subsuelo para sus brebajes glamurosos. Las multinacionales de las semillas y los pesticidas apoyaran a unos y traicionarán a otros durante las batallas.”



- “Las mismas trasnacionales disputarán las tierras cultivables para cultivar los cereales que venden como alimento a las explotaciones ganaderas de Europa, el gigante chino que está desarrollando la misma agricultura intensiva para acercarse a los patrones del consumo occidental será otro terrible contendiente, y cada vez somos más y más habitantes en la Tierra dependiendo de la tierra cultivable.
- China desea las tierras africanas, los europeos recolonizan las tierras patagónicas y en Chiapas se persigue a los beneficiarios de la reforma agraria...”

Gustavo Duch Guillot (director de Veterinarios Sin Fronteras): “Mi tesoro”, *El Correo Vasco*, 10 de abril de 2007. También disponible en

[www.veterinariossinfronteras.org](http://www.veterinariossinfronteras.org) 13/09/2007