

# Análisis de la rentabilidad de cultivos oleaginosos para la producción de biocarburantes

■ **Dr. Borja Velázquez Martí e Ignacio Félix Rodrigo.**

Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria.  
Universidad Politécnica de Valencia.

**El Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria de la Universidad Politécnica de Valencia ha desarrollado desde hace varios años un estudio que define la cadena de valor de los cultivos energéticos oleaginosos en España para la producción de biodiésel y actualmente está elaborando el análisis de los cultivos ricos en azúcar. Ello permitirá orientar mejor la política de promoción de la biomasa como fuente de energía hacia aquellas medidas que mejoren las condiciones económicas de la agricultura.**

En los últimos años, el uso de biomasa para la obtención de energía es un tema de interés general, dado que es una fuente renovable considerada neutral desde el punto de vista ambiental en la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Protocolo de Kyoto, 1997). A la biomasa obtenida de cada uno de los sistemas productivos, agrícola, forestal, marino o industrial, para poder ser destinada a uso energético, se le deben realizar diversas transformaciones físicas o químicas, obteniendo lo que se denomina biocombustibles. Éstos serán utilizados como fuente de calor para la generación de energía eléctrica o como carburante para el transporte. Muchos países han comenzado iniciativas particulares para el aprovechamiento de la biomasa proliferando la construcción de plantas destinadas a su transformación en biocombustibles finales.

De acuerdo al tipo de biocombustible que la biomasa produce, ésta se puede clasificar en:

a) Biomasa que produce biocombustibles sólidos para quemar en caldera: residuos leñosos agrícolas y forestales, cultivos energéticos leñosos.

b) Biomasa que produce biocombustibles líquidos que pueden usarse como biocarburantes: granos de cultivos oleaginosos que pueden transformarse en biodiésel; frutos ricos en azúcares para producir etanol.

c) Biomasa que produce biocombustibles gaseosos: purines, lodos, algas marinas, etc.

La necesidad de biocarburantes como sustitutivos de los derivados del petróleo hace pensar que los cultivos energéticos oleaginosos y azucareros sufrirán una proliferación en todo el mundo. Pero una pregunta clave para la agricultura española será: ¿los cultivos energéticos oleaginosos o los ricos en azúcares para la producción de biocarburantes serán una alternativa a la baja rentabilidad que proporciona la agricultura tradicional alimentaria? Esta pregunta se deriva de un triple enfoque, mostrado en la **figura 1**.

En ésta se puede observar un triángulo de tres vértices que representan tres problemas: el primero energético, por la necesidad de reducir la dependencia del petróleo; el segundo medioambiental, por la necesidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> que provocan el efecto invernadero y el sobrecalentamiento del planeta; y el tercero, la necesidad que, en general, tiene la agricultura de los países euro-



peos de ser competitiva en una economía globalizada. Los dos primeros aspectos, energético y medioambiental, son problemas globales de todo el planeta, y probablemente serán cubiertos con el esfuerzo internacional. Ahora bien, el tercer aspecto, la baja rentabilidad de la agricultura europea, y en concreto de la española, es un problema localizado, de ámbito regional, y por tanto su solución dependerá de las soluciones locales y de la política regional.

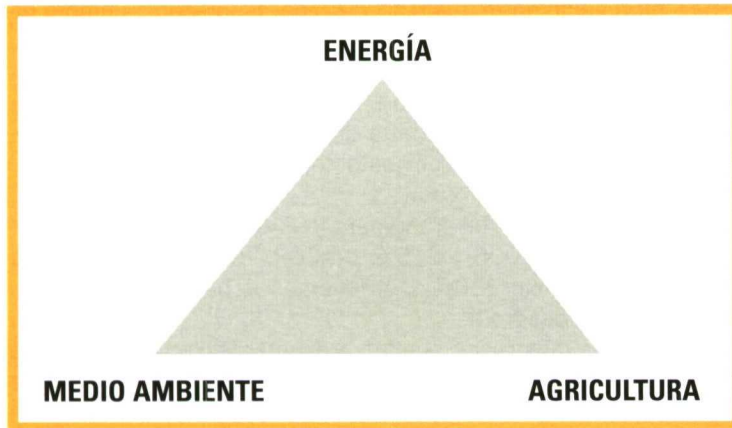
Una simple reflexión resulta válida para afirmar que las necesidades básicas humanas se centran en dos aspectos: alimentación y energía.

En múltiples ocasiones, la agricultura alimentaria española carece de rentabilidad, por varias razones:

- Mala estructura de la propiedad: extensiones reducidas.
- Altos costes de producción, causados principalmente por las materias primas y mano de obra.

## Figura 1.

**Triángulo cuyos tres vértices representan la problemática actual en relación a los biocarburantes.**



La necesidad de biocarburantes como sustitutos de los derivados del petróleo hace pensar que los cultivos energéticos oleaginosos y azucareros sufrirán una proliferación en todo el mundo.



Los estrechos márgenes obtenidos en el cultivo del girasol provocan que muchos agricultores abandonen esta actividad, manteniéndose actualmente en España gracias a las subvenciones.

**El beneficio obtenido por el cultivo de la colza es sustancialmente mayor que con el girasol. Esto es debido, principalmente, a la mayor producción de grano obtenido por hectárea. En este estudio se ha considerado para la colza una producción de 2,5 t/ha, pero puede superar las 4 t/ha en algunas variedades (Leanzu *et al.*, 2004).**

- Bajo rendimiento de los cultivos respecto a otros países con mejores condiciones climáticas.

- Alta competitividad de productos extranjeros, por lo que el precio de mercado es bajo.

Ante esta situación surgen dos interrogantes: ¿los cultivos energéticos oleaginosos serán competitivos en España, siendo afectados por las mismas externalidades que los cultivos alimentarios? Siendo tan necesaria la alimentación como la energía, ¿seremos competitivos en la agricultura energética si no lo hemos sido en la alimentaria?

Para responder a esta pregunta, el departamento de Mecanización y Tecnología Agraria de la Universidad Politécnica de Valencia ha desarrollado desde hace varios años un estudio que defina la cadena de valor de los cultivos energéticos oleaginosos en España para la producción de biodiésel y actualmente está elaborando el análisis de los cultivos ricos en azúcar. Ello permitirá orientar mejor la política de promoción de la biomasa como fuente de energía hacia aquellas medidas que mejoren las condiciones económicas de la agricultura.

## Cuadro I.

### Costes de producción del girasol, colza y soja.

	Girasol (€/ha)	Colza (€/ha)	Soja (€/ha)
<b>Preparación del suelo</b>			
- Fresado para trituración de restos de cosecha del cultivo anterior	74,40	74,40	74,40
- Pase de subsolador			
- Labor de refino, nivelación y compactación			
<b>Abonado</b>			
Abonado de fondo: complejo 15 - 15 - 15	142,64	213,34	238,42
Abonado de cobertura: nitrosulfato amónico			
<b>Siembra</b>			
Sembradora de precisión + semilla + tractorista	66,70	42,66	198,70
<b>Riego</b>	60,00	75,00	90,00
<b>Tratamientos fitosanitarios</b>	36,64	42,63	79,53
<b>Recolección y transporte</b>	29,32	29,32	44,44
<b>Coste total de producción</b>	409,69	477,35	725,49

## Cuadro II.

### Balance económico del girasol, colza y soja.

	Girasol	Colza	Soja
Producción de grano en regadío (t/ha)	1,8	2,5	2,5
Producción de grano en siembra directa (t/ha)	1,5	-	-
Ingreso venta de grano en regadío (€/t)	414	575	575
Ingreso venta de grano en siembra directa (€/t)	345	-	-
Beneficio en regadío (€/ha)	4,3	97,7	-150,49
Beneficio en siembra directa (€/ha)	9,7	-	-
Coste de producción por tonelada de grano producido (€/t)	227,61	190,94	290,20
Coste de producción por tonelada de grano producido en siembra directa (€/t)	223,53	-	-
Ingreso venta de granos (€/t)	230	230	230
Beneficio del agricultor (€/t)	2,39	39,06	-60,20
Beneficio del agricultor en siembra directa (€/t)	6,47	-	-

## Materiales y métodos

El estudio de la cadena de valor consiste en una valoración de los inputs que debe recibir la cadena de producción en cada una de las tres fases de las que se compone. En el caso de los cultivos oleaginosos será:

a) Cultivo de la semilla hasta la obtención del grano.

Los inputs necesarios se distribuyen en materias primas (semillas, fertilizantes, fitosanitarios y agua); mano de obra y maquinaria (para preparación del suelo, siembra, abonado, aplicación de fitosanitarios y cosecha). Los costes y rendimientos obtenidos varían según la zona geográfica por el clima. Los cultivos estudiados han sido, por supuesto, girasol (*Helianthus annuus*), colza (*Brassica napus oleifera*) y soja (*Glycine max L.*) Los resultados obtenidos han sido comparados con los costes y rendimientos de

otros cultivos que no pueden darse en España por ser tropicales pero cuyo alto rendimiento está haciendo proliferar su cultivo en zonas de Iberoamérica, Asia y África. Éstos son concretamente la palma (*Elaeis guineensis* Jacq), la jatropha (*Jatropha Curcas*) y el ricino (*Ricinus communis*).

b) Transformación del grano en aceite.

Se han estudiado los costes del proceso de doble prensado en frío, que es el mayormente utilizado en plantas de producción mediana en centroeuropa (hasta 30.000 t/año de aceite). Se desglosan los costes en: recepción y almacenamiento de la semilla, prensado de la semilla, separación y filtrado, almacenamiento de la torta y almacenamiento del aceite.

c) Transformación de aceite a biodiésel.

## Resultados y discusión

En los cuadros I y II se muestran los costes medios directos de producción y rendimiento del girasol, la colza y la soja.

El rendimiento del girasol varía en secano entre 0,8 t/ha y 1 t/ha y en regadío entre 1,5 t/ha y 2 t/ha. Empleando siembra directa, los costes se reducen a una media de 335,7 €/ha, obteniendo un rendimiento medio de 1,5 t/ha. El rendimiento del cultivo de la colza oscila entre 3 y 5 t/ha en regadío y entre 2 y 3 t/ha en secano. El rendimiento de la soja fue en 2004 de 2,5 t/ha (MAPA, 2006a) en regadío; no obstante, este cultivo puede dar productividades mucho mayores.

El precio de venta del grano para los tres cultivos oscila entre 252,5 €/t (MAPA, 2006) y 215 €/t (ACOR, 2006). Tomando como precio de referencia 230€/t, obtenemos el balance económico mostrado en el cuadro II.

Los costes mostrados pueden presentar variaciones de unas zonas a otras y, por otra parte, dependen en muchas ocasiones de la maquinaria que se tenga disponible. Así, una variación de velocidad y anchura de trabajo afectan a los costes en mano de obra y de maquinaria.

Los estrechos márgenes obtenidos en el cultivo del girasol provocan que muchos agricultores abandonen esta actividad, manteniéndose actualmente la superficie cultivada en España gracias a las subvenciones. A pesar de la diferencia de beneficios entre el cultivo convencional y la siembra directa, muchos agricultores no varían su sistema de cultivo debido a la inversión que supone la sustitución de la maquinaria de siembra. Esta diferencia entre siembra directa y laboreo convencional dependerá de la realización de labores cada un número de años. Esto puede variar desde cero laboreo hasta laboreo cada dos o tres años. En este sentido, existe diversidad de opiniones sobre cuál es el método adecuado y cómo influye en la producción. La tendencia más numerosa afirma que la siembra directa reduce costes de producción pero también merma la productividad, tal como se muestra en este estudio.

## Cuadro III.

### Características de la producción de palma, jatropha y ricino

	Rendimiento (t/ha)	Coste de producción (€/ha)	Precio de venta de grano(€/t)	Beneficio (€/ha)	Fuente
Palma	16 - 18	436,59	85	923,41	
Jatropha	2,6 - 4,8	464,00	119	440,74	(Meller, 2006) (Bertinat, 2006)
Ricino	1,2 - 2,5	-	-	-	(Bertinat, 2006)

Para productividades similares, el coste de producción por tonelada de la soja es sustancialmente mayor que el del girasol y la colza, no resultando rentable su cultivo en esas condiciones. Ahora bien, el rendimiento del cultivo puede duplicarse en condiciones ambientales favorables, por lo que podría llegarse a un beneficio mayor que en los dos cultivos estudiados.

### Cuadro IV.

#### Análisis global de costes de prensado en frío.

Balance planta aceite 20.500 t/año			
<b>Parámetros principales</b>			
Horas de funcionamiento anuales	8.000 h/año		
Capacidad anual de producción de aceite	20.500 t/año		
Capacidad anual de producción de semilla de colza	60.557 t/año		
<b>Costes variables</b>			
<b>Consumo de energía</b>	<b>kWh</b>	<b>Precio eur/kWh</b>	<b>Coste eur/t</b>
Energía eléctrica	616	0,066	15,87 €
		<b>TOTAL</b>	<b>15,87 €</b>
<b>Total costes variables planta</b>			
			<b>15,87 €</b>
<b>Costes fijos</b>			
<b>Costes de mantenimiento de planta</b>		<b>Coste anual Euros</b>	<b>Coste eur/t</b>
Coste medios estimados de mantenimiento de la planta		99.359 €	4,85 €
		<b>TOTAL</b>	<b>4,85 €</b>
<b>Costes de personal</b>		<b>Coste hora operario</b>	<b>Coste anual euros</b>
Operarios de planta: 2 operarios día / 2 operarios noche		12,10 €	193.600
		Total	193.600
			9,44 €
			9,44 €
<b>Costes gestión y administración</b>		<b>Coste anual euros</b>	<b>Coste eur/t</b>
Costes de administración y gestión de planta		26.000	1,27 €
Varios (control de gestión)		6.010	0,29 €
Primas de seguros de la planta		5.000	0,24 €
		<b>Total</b>	<b>37.010</b>
			<b>1,81 €</b>
<b>Total costes fijos de la planta</b>			
			<b>16,10 €</b>
<b>Costes totales de la planta</b>		<b>€/ t de semilla</b>	<b>€/ t de aceite</b>
		10,82 €	31,96 €

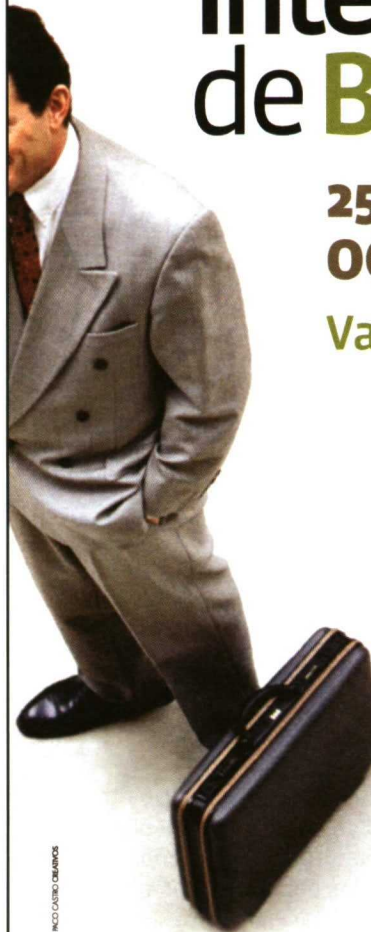
El beneficio obtenido por el cultivo de la colza es sustancialmente mayor que con el girasol. Esto es debido, principalmente, a la mayor producción de grano obtenido por hectárea. En este estudio se ha considerado para la colza una producción de 2,5 t/ha, pero puede superar las 4 t/ha en algunas variedades (Leanzu et al., 2004).

Para productividades similares, el coste de producción por tonelada de la soja es sustancialmente mayor que el del girasol y la colza, no resultando rentable su cultivo en esas condiciones. Ahora bien, el rendimiento del cultivo puede duplicarse en condiciones ambientales favorables, por lo que podría llegarse a un beneficio mayor que en los dos cultivos estudiados. Un rendimiento de 3,75

2A.

# Feria Internacional de Bioenergía

25.26.27.  
OCTUBRE. 2007.  
Valladolid. España



Más de  
**8.000**  
» vistantes profesionales

¿Dejará pasar esta oportunidad de negocio?

[www.expobioenergia.com](http://www.expobioenergia.com)

info@expobioenergia.com | +34 975 239 670 +34 975 212 453

ORGANIZA



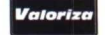
PATROCINA



SOCIO DE



ENERGÍA SOSTENIBLE PARA EUROPA  
SUSTAINABLE ENERGY EUROPE



A Pleno Rendimiento

El coste de producción de una tonelada de aceite oscila alrededor de los 32 €/t. Por otra parte, el precio de venta del aceite para la producción de biodiésel oscila entre 500 y 700 €/t de aceite. La torta, producto del prensado, posee actualmente un mercado como materia prima rica en aceite (alrededor del 10%) para la fabricación de pienso. El precio de mercado de dicha torta se encuentra alrededor de los 200 €/t

## Cuadro V.

### Balance económico de la producción de aceite a partir del girasol, la colza o la soja.

	Girasol	Colza	Soja
Coste de compra de grano para la producción de una tonelada de aceite	696,97	696,97	1.150,00
Coste de transformación por tonelada de aceite (€/t)	32,00	32,00	32,00
Coste total de producción de aceite (€/t)	728,97	728,97	1.182,00
Ingreso venta de aceite (€/t)	600,00	600,00	600,00
Ingreso venta de torta (€/t)	303,03	303,03	250,00
Beneficio del transformador de aceite (€/t)	174,06	174,06	-332,00

t/ha, por ejemplo, obtenido en explotaciones italianas, comporta unos beneficios de 137 €/ha, superando al girasol y la colza.

El porcentaje de aceite obtenible del prensado del grano de estos cultivos es de alrededor de un 33% en el caso del girasol y la colza, y de un 20% en la soja.

Las características de la producción de los cultivos tropicales se muestran en el cuadro III. Si comparamos los resultados mostrados de las producciones de girasol, colza y soja con los cultivos tropicales estudiados, vemos que los beneficios por la producción de éstos son mucho mayores.

El porcentaje de aceite obtenible del prensado del grano de estos cultivos es de alrededor de un 33% en el caso de la palma, 30% para la jatropha (contabilizando que el 20% del aceite se pierde en limpieza) y 48% para el ricino.

Los costes de transformación del grano a aceite vienen mostrados en el cuadro IV.

Como se puede observar en el cuadro IV, el coste de producción de una tonelada de aceite oscila alrededor de los 32 €/t de aceite. Por otra parte, el precio de venta del aceite para la producción de biodiésel oscila entre 500 y 700 €/t de aceite. La torta, producto del prensado, posee actualmente un mercado como materia prima rica en aceite (alrededor del 10%) para la fabricación de pienso. El precio de mercado de dicha torta se encuentra alrededor de los 200 €/t. El balance económico de la producción de aceite es mostrado en el cuadro V.

Como se comprueba en dicho cuadro, el beneficio de la producción de aceite viene de la venta de la torta resultante del prensado y no de la venta del propio aceite para la producción de biodiésel. En el caso de que el aceite y la torta de soja valieran lo mismo que el del girasol y la colza, la producción de tal aceite no sería rentable.

La producción de aceite por hectárea es de 0,59 t/ha año para el girasol, 0,82 t/ha año para la colza y 0,5 t/ha para la soja. En zonas tropicales la producción de aceite a partir de palma es de 5,61 t/ha a partir del quinto año, de la jatropha 1,12 t/ha-año a partir del sexto año y de ricino/tartago es de 0,88 t/ha-año.

El precio del aceite de palma es de unos 450 €/t, el del aceite de jatropha de unos 320 €/t y el del aceite de ricino de unos 850 €/t. Fácilmente se comprueba que se consigue una rentabilidad aceptable con la venta del propio aceite en la palma, no sólo por la comercialización de la torta. Éste no es el caso de la jatropha y el ricino donde el ingreso por la venta del aceite no cubre el precio de coste de la compra de semilla para ello. Ésta puede ser la razón fundamental por la que este tipo de aceite no inunda el mercado. No obstante, la creciente demanda hace pensar que el precio del aceite subirá a corto plazo.

## Comentarios finales

Según los resultados del análisis, se comprueba que para las empresas productoras de biodiésel, a priori va a ser más atractivo invertir en la producción de grano en cultivos tropicales. No obstante, la agricultura energética oleaginosa en nuestra región podría ser mantenida por la necesidad de asegurar el abastecimiento en una determinada ratio por parte de las numerosas plantas de transformación que se están construyendo en nuestro territorio. Por otra parte, la PAC ya está lanzando medidas de protección que ayuden a mantener los cultivos energéticos cultivables en Europa. Por ejemplo, las subvenciones que son posibles de adquirir por el cultivo de girasol provienen de la Unión Europea y de la comunidad autónoma correspondiente. Los tipos de ayuda se concretan básicamente por tres líneas: ayuda general a los cultivos energéticos por la Unión Europea (hasta ahora 45 €/ha); ayudas si se acoge al programa de girasol agroambiental; pago único a agricultores.

Si las condiciones del párrafo anterior no se diesen, sería mejor orientar la agricultura energética mediterránea hacia cultivos energéticos leñosos. Éstos tienen baja densidad y su transporte es más dificultoso que el del aceite para biodiésel o, en su caso, bioetanol. La biomasa sólida podría abastecer las necesidades energéticas de plantas que aprovechan el calor o posteriormente la electricidad. En este sentido, se prevería una dependencia del exterior respecto a los biocarburantes pero se lograría una mayor independencia frente a los otros tipos de energía. ■

## Bibliografía

ACOR 2006. Principales cultivos energéticos destinados a la producción de biodiésel. BIO-OIL encuentro sectorial internacional del biodiésel. (Internacional conference and exhibition of biodiesel industry) Vigo 22-23 Febrero, 2006.

Bertinat, 2006. Biocombustibles, una introducción al debate. Sustentable ConoSur. Taller ecologista.

Méller H. 2006. El Sistema Jatropha en la Zona Fronteriza: Resultados de la primera fase. Proyecto Transfronterizo Artibonito y Proyecto Fomento de Energías Renovables- PROFER (republica Dominicana).

Lezaun J.A., Armest A., Lafarga A. 2004. Colza, Experimentación de nuevas variedades. Navarra Agraria ITA Agrícola: 15-23.

MAPA 2006a. Anuario de estadística Agroalimentaria 2004.

[http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/Anu\\_04/indice.asp](http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/Anu_04/indice.asp)

MAPA 2006b. Estadística agraria.  
<http://www.mapa.es/es/estadistica/infoestad.html>