Informes y Monografías / 19

El sector de los biocombustibles. Una alternativa energética

FUNDACIÓN cajamar

Edita:
CAJAMAR Cajar Rural, Sociedad Cooperativa de Crédito
www.cajamar.es

Redacción y administración:
Fundación Cajamar
Paseo de Almería, 25 - 3ª Pl. - 04001 Almería
instituto@cajamar.com
www.fundacioncajamar.com

Diseño y maquetación:
Fundación Cajamar

Foto portada:
Sociedad Cooperativa General Agropecuaria Acor

Depósito Legal: AL-2924-2007

Imprime: Escobar Impresores, S. L. El Ejido (Almería)

Fecha de publicación: Marzo 2009

Índice

1. Introducción 5

2. El mercado del crudo 8

3. Los biocombustibles como complemento a la gasolina y al gasóleo 12

3.1. Una breve historia 12
3.2. Caracterización de los biocombustibles 13
3.3. Contenido energético de los biocombustibles frente a los productos de origen fósil 16

4. El mercado mundial de los biocombustibles: principales países de productores 17

4.1. Las experiencias de Brasil y EEUU en la producción de biocombustibles 20

5. Análisis de la política desarrollada por la UE en materia de biocarburantes 25

6. Análisis del sector de los biocombustibles en España 31

6.1. Principales indicadores del mercado del biodiésel en España 31
6.2. Principales indicadores del mercado del bioetanol en España 33
6.3. Plantas productivas de biodiésel y bioetanol existentes en España 33
6.4. Marco legislativo en materia de biocombustibles 33

7. Los biocombustibles en el punto de mira del ascenso del precio de las *commodities* agroalimentarias 36

8. Conclusiones 41

9. Bibliografía 43

10. Recursos en Internet 46

1. Introducción

Nuestra civilización está fuertemente basada en la explotación y el consumo de combustibles de origen fósil. Estas fuentes de energía han permitido un grado de mecanización en los procesos productivos antes impensable, y han aupado a una parte del mundo a unos niveles de bienestar desconocidos en la historia de la humanidad.

Sin embargo, tanto el petróleo como el gas natural o el carbón tienen ciclos de reproducción a niveles de tiempo geológico. Es decir, desde la perspectiva humana son recursos agotables, pueden acabarse. De hecho, algunas previsiones apuntan al año 2015 como fecha de agotamiento de la mitad de las reservas mundiales de petróleo, siendo a partir de entonces más difícil extraer el citado recurso. Asimismo, el número de hallazgos de nuevos yacimientos en el mundo ha ido reduciéndose de forma progresiva, particularmente desde la década de los setenta (véase Gráfico 1), lo que podría ser un claro indicador de que estamos entrando en la parte descendente de la *Curva de Hubbert*[1]. En cierto sentido, nuestro modo de vida vendría a ser un gigante con pies de barro.

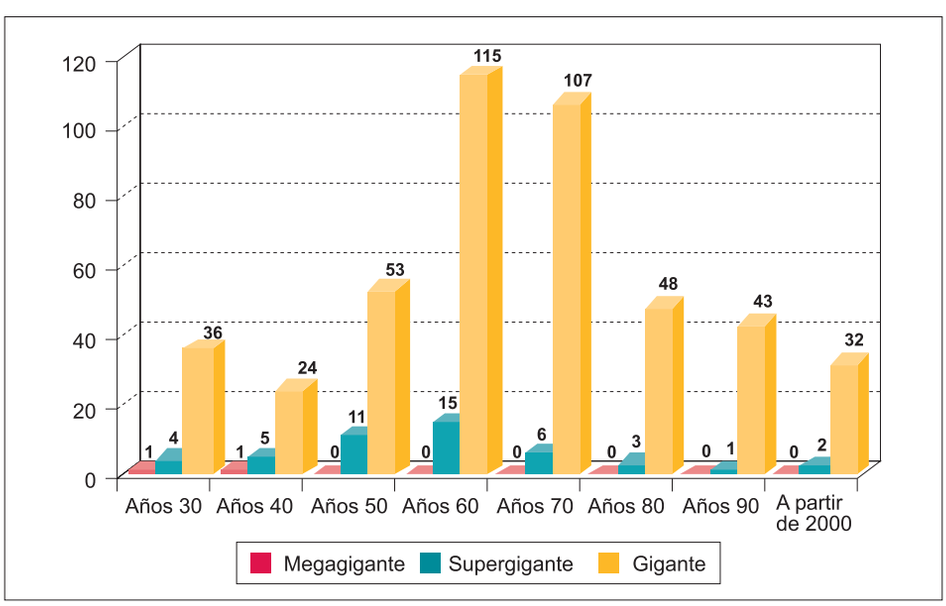


Gráfico 1.
Localización de grandes yacimientos petrolíferos*

* Megagigante: más de 50.000 millones de barriles diarios; supergigante: entre 5.000 y 50.000 millones de barriles diarios; gigante: entre 500 y 5.000 millones de barriles diarios.

Fuente: Roberts (2008).

[1] King Hubbert, geofísico estadounidense, estableció que la producción mundial de petróleo sigue una curva en forma de campana que alcanza un pico en un momento dado, para descender progresivamente en los siguientes años.

Al trascendente hecho de la necesidad que tenemos de consumir petróleo, hay que sumar la inestabilidad de los lugares en los que éste se encuentra. Muchos de los principales proveedores de crudo del mundo presentan sistemas de gobierno poco estables o directamente *gansteriles*, lo que conlleva un serio riesgo para la garantía de suministro y para la seguridad mundial. Una garantía que se vuelve más importante a medida que van quedando menos reservas probadas.

A este conjunto de situaciones, ya de por sí explosivas, hay que añadir un par de circunstancias nuevas que aumentan la incertidumbre sobre el suministro. De un lado tenemos el consumo creciente de países emergentes, especialmente China e India (Gráfico 2), que ha provocado interesantes cambios en los equilibrios de poder en amplias zonas del planeta, y que ha generado un aumento de la presión sobre la producción que estaría en la base de los crecimientos del precio del crudo de los últimos años. De otro lado se encuentran las implicaciones medioambientales. Desde hace unos años, el foco mundial apunta directamente a las emisiones de "gases de efecto invernadero" (GEI) -particularmente dióxido de carbono (CO2)- como principales causantes del cambio climático de origen antropogénico. Sin ánimo de polemizar al respecto, lo cierto es que esto se ha traducido en iniciativas como el *Protocolo de Kyoto*, que persiguen la reducción de las emisiones de GEI, de las que el sector del transporte es uno de los principales generadores (véase Gráfico 3).

En resumen, el petróleo es hoy una fuente de energía contaminante, incierta y que se obtiene en gran parte de lugares geopolíticamente inseguros. Ante esto, muchos gobiernos, y entre ellos los europeos, están adoptando estrategias de diversificación energética. El *mix* de energías propuesto sobre la mesa engloba desde las renovables hasta la nuclear. Entre ellas, una de las opciones más consideradas es la de los biocombustibles, que se posicionan como una alternativa viable a corto y medio plazo para sustituir parcialmente a los derivados del petróleo en los transportes. Así, el bioetanol y el biodiésel han entrado a formar parte de nuestro vocabulario común.

Las ventajas de estos biocombustibles se centran en su naturaleza renovable (tienen su origen en vegetales) y en sus menores emisiones de CO_2. La Unión Europea ha optado claramente por este tipo de combustibles, fijándose como objetivo global que el transporte alcance un mínimo de consumo del 10% en el año 2020.

Pero a veces las cosas no son tan sencillas como parecen a simple vista, y comienzan a aparecer relaciones que *a priori* no eran explícitas. Por ejemplo, durante los últimos meses de 2008 se asistió a la demonización de los biocarburantes por sus supuestos efectos negativos en el aumento de los precios de los alimentos a nivel mundial debido al hipotético desvío de suelo, cuando no directamente de productos, desde el consumo humano al uso industrial. Los biocombustibles, que hace apenas un lustro eran la panacea energética, hoy son acusados de provocar hambrunas y deforestación en los países subdesarrollados.

Este trabajo pretende arrojar luz sobre la actual situación, analizando primero el mercado mundial del crudo, para continuar con los datos que se han recopilado de la producción de biocarburantes. Así se intenta contemplar todas las implicaciones que éstos tienen sobre el conjunto de ámbitos en los que se plantean efectos: mercado energético, cambios de uso de las producciones agrícolas y mercado alimentario.

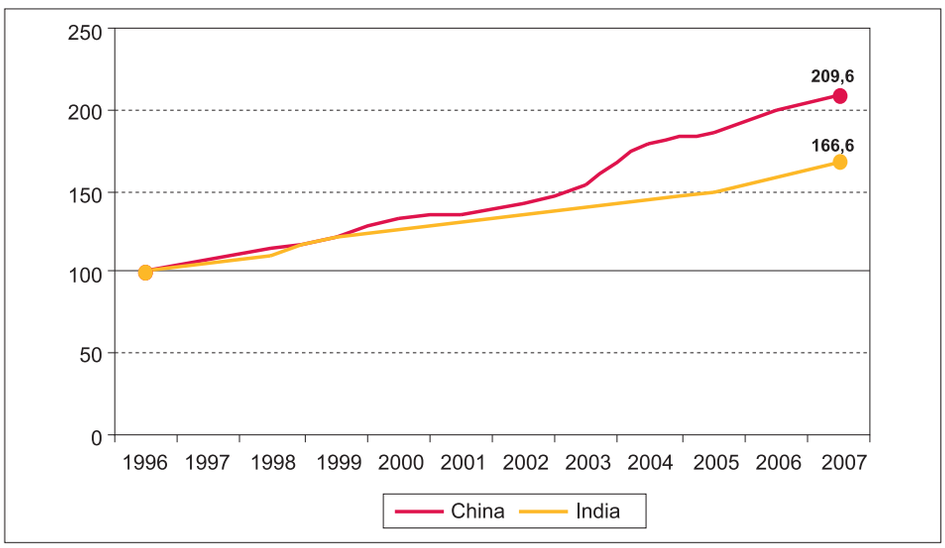


Gráfico 2.
Evolución del consumo de petróleo en China e India. Índice 1996=100

Fuente: *Energy Information Administration* (EIA) del Gobierno de Estados Unidos. Elaboración propia.

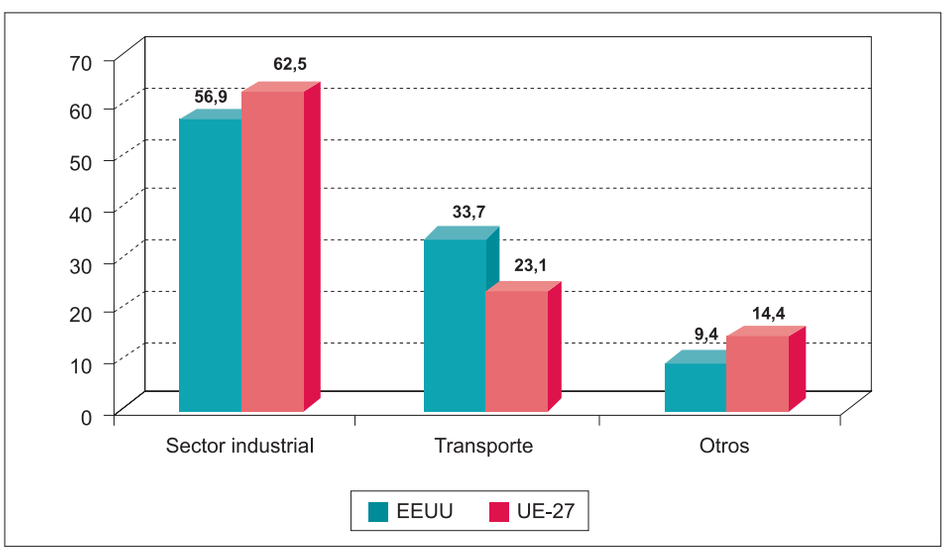


Gráfico 3.
Distribución de las emisiones de CO_2 por sectores en EEUU y la UE-27 (2006)

Fuente: EIA y Comisión Europea. Elaboración propia.

2. El mercado del crudo

El petróleo es un líquido aceitoso, viscoso e inflamable, compuesto casi en su totalidad por hidrógeno y carbón. Proviene de materias orgánicas y se encuentra normalmente en yacimientos localizados bajo la corteza terrestre. Como materia prima en bruto apenas tiene aplicación, por lo que es necesario someterla a un proceso de refinado a fin de producir los distintos productos petrolíferos demandados por el mercado, principalmente gases licuados como butano o propano, gasolina, queroseno, gasoil, fuelóleo, aceite lubricante, cera, parafina, betún y asfalto.

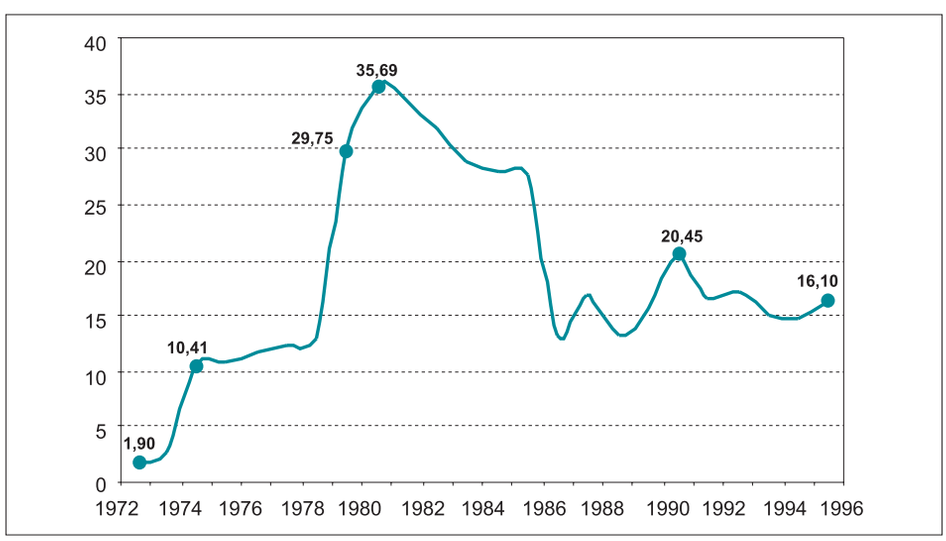
Este recurso, además de ser agotable, constituye la fuente de energía más importante para el funcionamiento de la economía mundial. A lo largo de la historia, la evolución de su precio se ha caracterizado por registrar continuas fluctuaciones, que no sólo han estado condicionadas por el binomio oferta-demanda, sino también por tensiones geopolíticas y conflictos bélicos, como los siguientes:

a) En octubre de 1973 Siria y Egipto invadieron por sorpresa Israel, a fin de recuperar los Altos del Golán y la Península del Sinaí, respectivamente. Este conflicto, conocido como la *Guerra del Yom Kippur*, terminó con la victoria israelí expulsando a las tropas invasoras. Como represalia, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) mantuvo un embargo petrolero a los países aliados de Israel, que desencadenó un notable incremento del precio del crudo en 1974.

b) Entre 1978 y 1979 se produjo una nueva crisis petrolera, debido a la evolución iraní (que acabó con el derrocamiento del Sha Mohamed Reza Pahlevi), y a la posterior guerra entre Irán e Irak (que afectó negativamente a la producción mundial de petróleo).

c) En agosto de 1990 las tropas iraquíes invadieron Kuwait. La respuesta a esta invasión llegó en enero de 1991, cuando una fuerza multinacional liderada por EEUU inició la operación "Tormenta del Desierto", que desembocó en la liberación de Kuwait. Este conflicto tuvo un efecto directo en el precio de cotización del crudo, situándose en los 20,45 dólares por barril. No obstante, este repunte no fue tan intenso como el que se había registrado durante la anterior crisis petrolífera de finales de los años 70.

Gráfico 4.
Precio de cotización mundial del petróleo (1972-1995). En dolares corrientes[2]



Fuente: EIA. Elaboración propia.

[2] El precio de cotización se corresponde con el tipo de petróleo *Arabian Light* durante el período 1972-1985; para el resto de años es el de Dubai.

	Precio SPOT del crudo (dólares/barril)			Variaciones acumuladas. Índice 100=1996		
	Brent	*OPEP Reference Basket* (ORB)	*West Texas Intermediate* (WTI)	*Brent*	*OPEP Reference Basket* (ORB)	*West Texas Intermediate* (WTI)
1996	20,64	20,29	22,12	100,0	100,0	100,0
1997	19,11	18,68	20,61	92,6	92,1	93,2
1998	12,76	12,28	14,12	61,8	60,5	63,8
1999	17,90	17,48	19,34	86,7	86,2	87,4
2000	28,66	27,60	30,38	138,9	136,0	137,3
2001	24,46	23,12	25,98	118,5	113,9	117,5
2002	24,99	24,36	26,18	121,1	120,1	118,4
2003	28,85	28,10	31,08	139,8	138,5	140,5
2004	38,26	36,05	41,51	185,4	177,7	187,7
2005	54,57	50,64	56,64	264,4	249,6	256,1
2006	65,16	61,08	66,05	315,7	301,0	298,6
2007	72,44	69,08	72,34	351,0	340,5	327,0
2008	96,8	94,1	99,6	469,2	463,7	450,1

Tabla 1.
Precio de cotización del petróleo por tipos (1996-2008). En dólares corrientes

Fuente: EIA y OPEP. Elaboración propia.

Desde 2003 se viene registrando una tendencia alcista en el precio del crudo (Tabla 1), hasta el punto de haberse superado en el primer trimestre de 2008 la barrera histórica de los 100 dólares por barril. Sin embargo, esta tónica revirtió en septiembre del citado año, registrándose un descenso acumulado de un 56,3% en los doce meses. Esta caída ha estado impulsada por la contracción de la demanda en un contexto de desaceleración económica mundial. Por tipos, el *West Texas Intermediate* es el que ha manifestado un comportamiento menos inflacionista, siendo el crudo de referencia en Europa, el *Brent*, el que se ha encarecido más rápidamente.

Realizando una valoración más detallada de las causas que han motivado la senda expansiva descrita, entre las más importantes pueden reseñarse las siguientes:

a) **Evolución de la ratio producción-demanda mundial**. Ambas variables han registrado un crecimiento paralelo a lo largo del periodo 1996-2007, si bien el consumo se ha situado ligeramente por encima de la producción en algunos años (Gráfico 6).

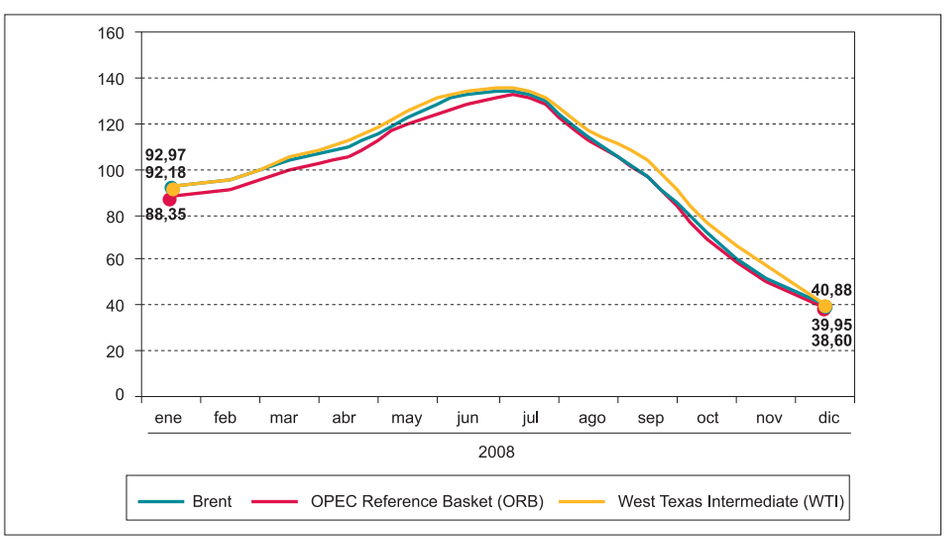
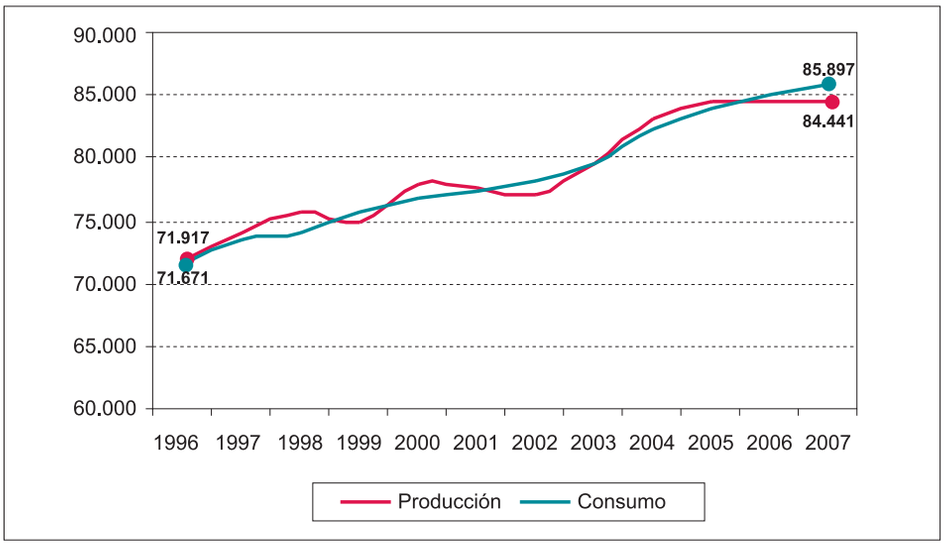


Gráfico 5.
Precio de cotización del petróleo por tipos (enero-diciembre de 2008). En dolares corrientes

Fuente: EIA y OPEP. Elaboración propia.

Gráfico 6.
Producción y consumo mundial de petróleo (1996-2007). En miles de barriles diarios

Fuente: EIA. Elaboración propia.



b) **Movimientos especulativos** en un contexto caracterizado por la persistente fortaleza del euro frente a la moneda estadounidense, y la desconfianza en el sector financiero afectado por la crisis *subprime*. Los mercados de materias primas y, por ende, el del crudo, que cotizan en dólares estadounidenses, atrayeron a fondos de inversión que buscaban nuevas vías para mantener su rentabilidad a corto plazo.

c) **Crecimiento económico de países emergentes**. Determinadas economías de países asiáticos, como China e India, han registrado tasas de crecimiento interanuales muy elevadas[3], lo que ha contribuido a impulsar la demanda mundial de crudo.

d) **Tensiones geopolíticas y acontecimientos meteorológicos adversos**. Algunos de los principales países exportadores, como Irak o Nigeria, no cuentan con marcos institucionales estables, por lo que las posibles interrupciones en la producción se trasladan rápidamente a los mercados. A ello hay que unir los huracanes que se suceden en el Caribe.

e) **Moderación de la oferta por parte de determinados países**. Éste es el caso de EEUU, tercer productor mundial de petróleo y mayor consumidor. Su producción viene mostrando una cierta ralentización en los últimos años, mientras que la demanda registra una suave tendencia al alza. Como resultado, el diferencial entre ambas variables ha sufrido un progresivo deterioro (Gráfico 7).

f) Por último, las compañías petrolíferas deben asumir **costes cada vez más elevados por la prospección y extracción** de petróleo a mayores profundidades o en lugares más inaccesibles (Gráfico 1).

[3] El crecimiento interanual de las economías China e India alcanzó un promedio del 11,8% y del 9,6%, respectivamente, durante el bienio 2006-2007.

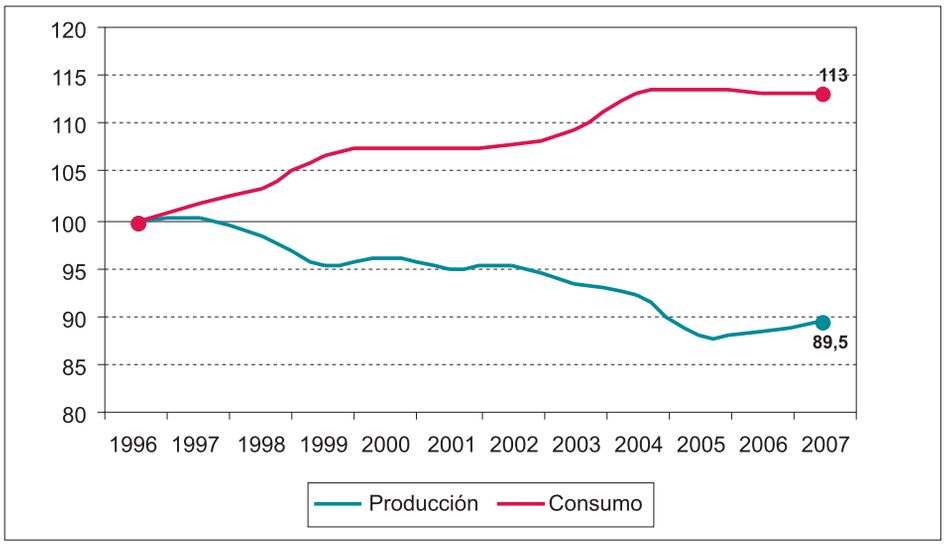


Gráfico 7.
Producción y consumo de petróleo en EEUU (1996-2007). Índice 1996=100

Fuente: EIA. Elaboración propia.

En este contexto, el desarrollo y la promoción de energías renovables, entre las que se encuentra la producción de combustibles alternativos de origen no fósil, cobran una especial relevancia, no sólo por las tensiones en torno al factor precio, sino también por otras causas como la dependencia energética o la reducción de las emisiones de GEI[4].

La producción está controlada por un reducido número de Estados, principalmente Rusia, EEUU, China, México y Canadá, que junto con los miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)[5], aglutinan en torno a un 75% del mercado. La disminución de la dependencia externa en el suministro representa un factor relevante para los países importadores, teniendo en cuenta que el mercado tiene un marcado carácter oligopolístico y que existe un desequilibrio entre los centros de producción y consumo. Por ejemplo, entre los países de la OPEP y Rusia concentran un 54% de la producción mundial, mientras que su demanda interna ronda el 13%.

Las reservas probadas de petróleo se concentran mayoritariamente en Oriente Medio (61,5%), una zona muy inestable desde el punto de vista geopolítico, mientras que su consumo no alcanza el 8% del total mundial. Por otro lado, comienza a ser usual que los países productores utilicen el suministro de petróleo y derivados como herramienta de presión política, militar y estratégica, como es el caso de Rusia y Venezuela.

Por último, no debe olvidarse que el petróleo es un recurso energético agotable, y que el menor ritmo de descubrimientos de nuevos yacimientos contribuye al alza del precio. Es igualmente significativo que durante el período especificado de precios ascendentes no se hayan acelerado los hallazgos. No obstante, sí que es cierto que se han realizado inversiones tendentes a poner en explotación fuentes no convencionales de crudo, como las arenas bituminosas de Canadá; proyectos que han sido abandonados en cuanto el petróleo ha vuelto a situarse por debajo de los 100 dólares por barril.

[4] PNUD (2007): *El desafío climático del siglo XXI*; pp. 21-70.

[5] Los miembros que componen la OPEP, por orden de importancia en función de la producción, son: Arabia Saudí, Irán, Emiratos Árabes Unidos, Venezuela, Kuwait, Nigeria, Argelia, Irak, Libia, Angola, Qatar, Ecuador e Indonesia (este último país ha dejado de pertenecer a la OPEP desde enero de 2009).

Así las cosas, a largo plazo el panorama de esta fuente de energía va a estar vinculado al aumento de las reservas no convencionales (como las mencionadas arenas bituminosas); a la capacidad de los países consumidores de desvincularse del crudo, y a los conflictos relacionados con el control de su acceso y explotación. En contraposición, la competitividad de tecnologías y fuentes alternativas queda condicionada en parte al precio del crudo. En cualquier caso, las economías de la Zona Euro han podido esquivar hasta ahora una parte importante del aumento nominal del precio, gracias a un tipo de cambio euro/dólar significativamente propicio.

3. Los biocombustibles como complemento a la gasolina y al gasóleo

Se denomina biocombustible a todo aquel combustible líquido producido a partir de una materia prima vegetal y cuyas características químicas resulten apropiadas para sustituir a la gasolina y al gasóleo[6].

3.1. Una breve historia

El uso de los biocombustibles se remonta a 1898, cuando el ingeniero alemán Rudolph Diesel presentó en la Exposición Universal de París el primer motor de combustión que usaba aceite de cacahuete. Henry Ford, por su parte, mantenía un planteamiento análogo al de Diesel. De hecho, el primer automóvil fabricado por el empresario estadounidense, el Modelo T (1908), funcionaba con bioetanol. Sin embargo, la irrupción de la industria petrolera en los años veinte del siglo pasado, y la feroz competencia del combustible fósil, fácilmente accesible y eficiente, terminó relegando el desarrollo de los biocarburantes a un segundo plano.

Fue sólo a partir de las crisis energéticas de los años 70, provocadas por el encarecimiento repentino del petróleo, cuando este tipo de combustibles comenzó a ser nuevamente considerado como una alternativa. De hecho, el peso predominante de Brasil en el mercado de los biocombustibles hay que buscarlo en aquella coyuntura singular. En 1973, la primera crisis energética internacional, a raíz de la Guerra del Yom Kippur entre árabes e israelíes, provocó el crecimiento acelerado del precio del petróleo (Epígrafe 2). Como respuesta a este hecho, el Gobierno brasileño inició en 1975 el *Programa Proalcohol*, cuyos principales objetivos eran los siguientes:

a) Incentivar la producción nacional de etanol a partir de la caña de azúcar.

b) Introducir en el canal de comercialización el bioetanol mezclado con altos porcentajes de gasolina.

c) Fomentar el desarrollo y la ampliación del parque automovilístico de vehículos aptos para el uso de bioetanol.

Brasil, un importante productor de petróleo, se ha convertido en uno de los principales exportadores mundiales de bioetanol. El éxito de aquel programa está revirtiendo hoy de forma positiva sobre la economía del gigante suramericano, por la rentabilidad del proceso productivo, de menor coste que el resto, y gracias al largo período de desarrollo del que ha dispuesto.

[6] La Directiva Comunitaria 2003/30 incluye en la definición de biocarburante a los combustibles gaseosos obtenidos a partir de biomasa. Es decir, al empleo de residuos biodegradables procedentes de la agricultura, silvicultura e industrias conexas para producir biogás.

Por otro lado, un año después de la segunda crisis energética (1979), EEUU empezó a comercializar en sus estaciones de servicio una mezcla de gasolina con etanol, aunque en este caso la fuente desde la que se originaba el combustible era -y es- mayoritariamente el maíz.

Estas estrategias de carácter pionero desarrolladas por Brasil y EEUU para la búsqueda de soluciones a los problemas de dependencia y abastecimiento que genera el petróleo, se han ido extendiendo progresivamente a otras economías mundiales, tanto de países desarrollados como en desarrollo. En el caso concreto de la Unión Europea, la implantación de una estrategia en esta materia es muy reciente y se remonta a principios de este decenio.

3.2. Caracterización de los biocombustibles

Tras esta breve reseña histórica sobre el origen de los biocombustibles, a continuación se analizan por tipos (bioetanol y biodiésel) según la actual disponibilidad comercial, y se reseñan los principales cultivos empleados a escala industrial para su producción.

3.2.1. Biotenol

El bioetanol es un alcohol etílico deshidratado elaborado a partir de algunas de las siguientes materias primas:

- **Cultivos ricos en azúcares:** caña de azúcar y remolacha azucarera.
- **Cereales** con alto contenido en almidón: cebada, maíz y trigo.
- **Alcohol vínico**, procedente del proceso de elaboración en las bodegas.
- **Material lignocelulósico** contenido en la paja de cereales y gramíneas perennes, así como en los residuos forestales y agrícolas, procedentes estos dos últimos del mantenimiento de montes y de podas, respectivamente.

En el caso de los materiales lignocelulósicos, el proceso productivo se encuentra en fase de experimentación y desarrollo a fin de hacerlo rentable a nivel industrial, en tanto que están compuestos por diferentes sustancias (mayoritariamente celulosa, hemicelulosa y lignina) que provocan que el proceso de obtención de los azúcares para su transformación en bioetanol resulte más complejo que en el caso del almidón. Precisamente los biocarburantes obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica, denominados de "segunda generación", son los que logran un mayor aprovechamiento de la materia vegetal y, por tanto, una mayor eficiencia y un menor impacto medioambiental.

El bioetanol es un producto sustitutivo de la gasolina que se emplea en estado puro (E100), mezclado con ésta o como aditivo para el citado combustible a través de su transformación a ETBE (*etil terbutil éter*)[7]. Las mezclas que actualmente están disponibles en el mercado se sitúan en un rango de entre el 5% (E5) y el 85% (E85). Para aquellas mezclas cuya composición es superior a un 10% de bioetanol (E10), es necesario que los vehículos dispongan de un motor especialmente

[7] Aditivo de la gasolina que se obtiene a partir del bioetanol.

preparado. A este tipo de coches se les conoce con el nombre de *flexible fuel vehicles* (FFV) y admiten hasta un máximo del 85%. No obstante, hay que precisar que en Brasil se vienen comercializando desde principios de los años ochenta coches cuyos motores funcionan exclusivamente con E100.

Asimismo, se encuentra en fase de demostración un nuevo tipo de biocombustible denominado *E-diésel* (15% bioetanol y 85% diésel), que desde el punto de vista técnico mejora las características de arranque en frío respecto al diésel convencional.

Por lo que respecta a la capacidad productiva de los cultivos susceptibles de emplearse como materia prima, la caña de azúcar es la fuente energética más atractiva, no sólo por su alto rendimiento en alcohol (6.500 l/ha), sino también porque, a diferencia de otras materias primas, no ha de someterse a un proceso de conversión previo al de fermentación y destilación (que consiste en transformar el almidón en azúcar).

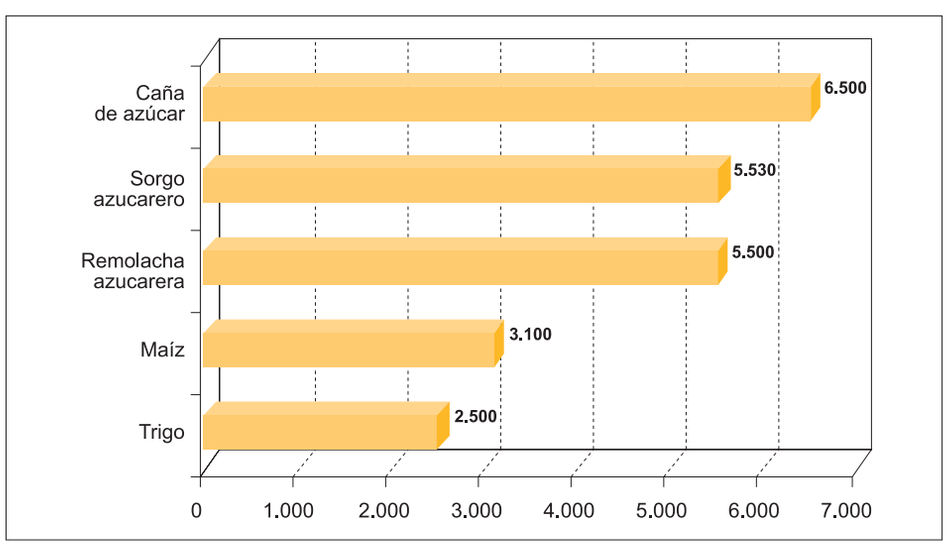
En resumen, las materias primas para la fabricación de bioetanol son de dos tipos:

a) Las que contienen por sí mismas azúcar, tales como remolacha, sorgo dulce o caña de azúcar. El jugo que se obtiene de estas plantas es fermentado generándose bioetanol (alcohol etílico), y en una última fase se procede a su destilación. El producto resultante puede ser de dos tipos: hidratado (contiene un determinado porcentaje de agua)[8]; o deshidratado (no contiene apenas agua), conocido también con el nombre de "gasohol". Éste último es el que se emplea en mezclas con gasolina. Por otro lado, si al bioetanol se le añade una sustancia desnaturalizante se habla de "alcohol etílico desnaturalizado"[9].

b) Aquellas amiláceas (cebada, maíz y trigo) que, tras someterlas a molienda, liberan el almidón del resto de componentes del grano, obteniéndose después una solución azucarada mediante un proceso enzimático. Ésta se fermenta, generándose bioetanol que, por último, es destilado.

Técnicamente, se le denomina **éster metílico de ácidos grasos** y se obtie-

Gráfico 8.
Potencial productivo de los principales tipos de cultivos empleados a nivel comercial para la fabricación de bioetanol. En litros por hectárea*



* El rendimiento en alcohol de estos cultivos es orientativo.

Fuente: Agencia Internacional de la Energía (2004) y Grassi (2005). Elaboración propia.

ne a partir de grasas animales, así como de aceites vegetales usados de fritura o puros, siendo esta última forma la predominante dada su mayor disponibilidad en el mercado. En este caso procede de semillas oleaginosas, concentrándose la actividad industrial en los siguientes cultivos: colza, girasol, palma y soja. Hay que precisar, sin embargo, que en los países situados en latitudes medias y altas el aceite de palma no puede ser empleado directamente como biocarburante entre el invierno y la primavera, ya que se solidifica a bajas temperaturas, por lo que es necesario mezclarlo con los de colza, girasol o soja.

3.2.2. Biodiésel

El biodiésel es un sustitutivo total o parcial del gasóleo y puede emplearse tanto en los motores diésel como para su combustión en calderas. Está disponible en el mercado sin ser añadido al gasóleo convencional (B100), o en mezclas que van del 5% (B5) hasta el 30% (B30). Asimismo, lo pueden utilizar todos aquellos vehículos fabricados desde mediados de los años noventa.

En cuanto al rendimiento productivo de los cultivos oleaginosos, el mayor potencial, y con diferencia, lo ofrece la palma aceitera (5.950 litros/ha), situándose a continuación la *jatropha*, la colza, el girasol y la soja. De entre ellos, la *jatropha* presenta varias ventajas:

a) Se trata de una planta oleaginosa de porte arbustivo, con una altura media de dos a tres metros, y cuyas semillas son tóxicas. Es decir, el aceite extraído de las mismas no es comestible, por lo que la materia prima no compite con otras destinadas a consumo humano y animal, no estando tampoco directamente determinado su precio por la evolución de la demanda en el canal alimentario.

b) Se adapta muy bien en tierras poco fértiles, siendo capaz de soportar más de ocho meses de sequía al año con temperaturas que ronden los 40º C. Y lo que aún es más interesante: tiene la capacidad de regenerar suelos erosionados.

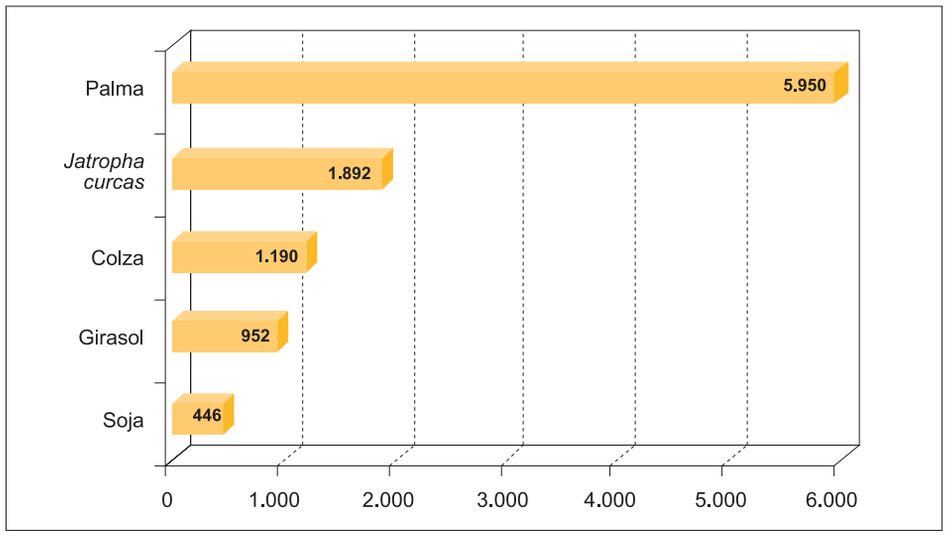
c) Su ciclo medio productivo se extiende entre 45 y 50 años. Las primeras semillas para extraer aceite se obtienen transcurridos tan sólo ocho meses desde su siembra. Aunque en ese momento su nivel productivo se encuentra todavía mermado, en los siguientes cuatro o cinco años se incrementa progresivamente, quedando su rendimiento estabilizado a partir de entonces.

d) Representa una oportunidad para países en desarrollo que disponen de tierras marginales inservibles o en riesgo de desertificación, fomentado así la creación de puestos de trabajo y el incremento de la renta agraria de los agricultores con escasos recursos.

[8] Este bioetanol se utiliza en Brasil y requiere que los motores estén diseñados para trabajar con este tipo de biocombustible. Igualmente, puede emplearse en motores que funcionan con gasolina, los cuales han de incorporar modificaciones técnicas para funcionar con alcohol hidratado.

[9] Al alcohol etílico desnaturalizado se le agrega una sustancia desnaturalizante para convertirlo en no comestible.

Gráfico 9.
Potencial productivo de los principales tipos de cultivos oleaginosos empleados a nivel comercial para la fabricación de biodiésel. En litros por hectárea*



* El rendimiento en aceite de estos cultivos es orientativo.

Fuente: http://journeytoforever.org. Elaboración propia.

Por todas estas características, la *jatropha* puede posicionarse en un futuro como un importante cultivo bioenergético. De hecho, la *British Petroleum Fuel Crops* y la especialista en biodiésel D1 constituyeron en octubre de 2007 la compañía D1 *Oils plc*, participada conjuntamente al 50%. Su actividad está centrada en el cultivo de plantaciones de *jatropha*, la extracción del aceite vegetal, la realización del proceso de refino y su posterior comercialización.

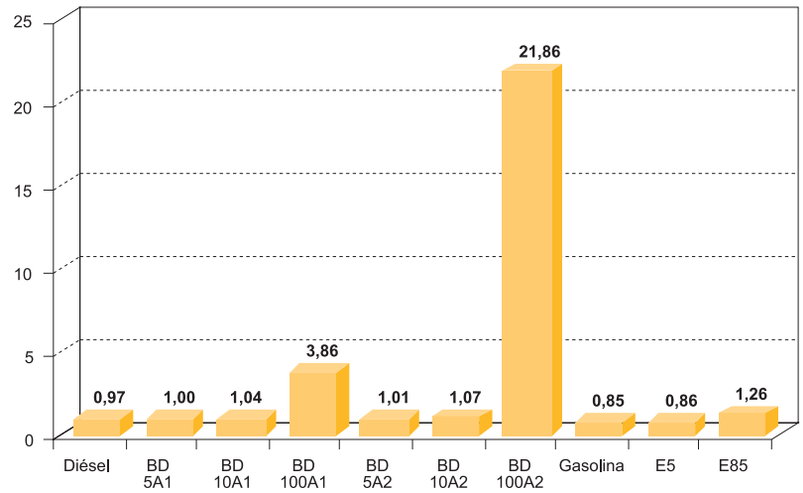
Para producir biodiésel se utilizan preferentemente aceites vegetales nuevos obtenidos a partir del prensado de semillas oleaginosas. El líquido viscoso resultante es refinado, y a través de *transesterificación*[10] se obtiene biodiésel. Finalmente, éste se somete a una fase final de lavado con objeto de eliminar posibles impurezas.

3.3. Contenido energético de los biocombustibles frente a los productos de origen fósil

Otro aspecto relevante a tener en cuenta es el relativo a la eficiencia energética de los biocombustibles frente a los productos sustitutivos de origen fósil. Según se desprende de la investigación realizada por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)[11], la mayoría de los biocombustibles analizados mostraron una eficiencia fósil positiva. Esto significa que la cantidad de este tipo de energía contenida en el producto fue superior a la requerida para su producción y distribución. Por tipos, tanto el biodiésel de aceites crudos como usados alcanzó la mejor ratio, situándose a continuación el bioetanol E85. Por su parte, la gasolina, el bioetanol E5 y el diésel obtuvieron un balance negativo.

[10] La *transesterificación* consiste en combinar metanol e hidróxido de sodio y mezclar el compuesto obtenido (metóxido de sodio) con el aceite vegetal a una determinada temperatura.

[11] Lechón *et alii* (2005 y 2006).



BD 5A1: biodiésel de aceites vegetales crudos mezclado con diésel al 5%; *BD 10A 1*: biodiésel de aceites vegetales crudos mezclado con diésel al 10%; *BD 100A1*: biodiésel de aceites vegetales crudos (100%); *BD 5A2*: biodiésel de aceites vegetales usados mezclado con diésel al 5%; *BD 10A2*: biodiésel de aceites vegetales usados mezclado con diésel al 10%; *BD 100A2*: biodiésel de aceites vegetales usados (100%); *E5*: etanol mezclado al 5% con gasolina; *E85*: etanol mezclado al 85% con gasolina.

Gráfico 10.
Eficiencia energética fósil de biodiésel, etanol, diésel y gasolina. Ratio en tanto por uno[12]

Fuente: Lechón *et alii* (2005 y 2006).

[12] La eficiencia energética fósil hace referencia al cociente entre la energía fósil (en términos de poder calorífico) contenida en el producto y la energía fósil consumida para producirlo y distribuirlo.

4. El mercado mundial de los biocombustibles: principales países productores

El mercado mundial de bioetanol está dominado por dos países -EEUU y Brasil-, que acapararon en 2007 una cuota de mercado en términos de producción del 88,6%. Hasta 2005 el primer productor mundial había sido Brasil, que desde entonces ha cedido el testigo a EEUU. Este relevo ha sido debido al continuo aumento de la capacidad productiva mediante la apertura de nuevas plantas y, en menor medida, a la ampliación de algunas de las ya existentes en el país norteamericano. Del mismo modo, ha de tenerse en cuenta un tercer elemento relativo a los incentivos fiscales que los operadores reciben por comercializar el citado biocarburante.

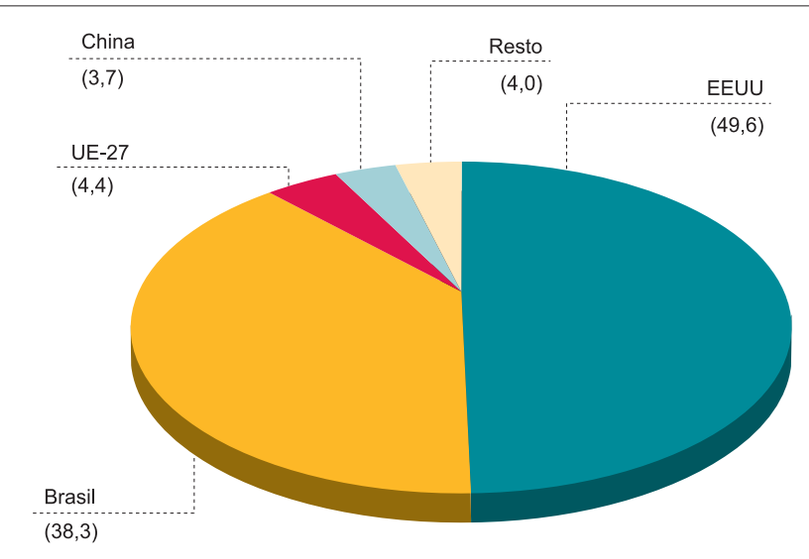


Gráfico 11.
Cuota de mercado de los países productores de bioetanol (2007). En porcentaje

Fuente: FO Litch. Elaboración propia.

Los siguientes dos puestos del ranking de productores fueron ocupados por la UE-27 y China, acaparando cuotas similares, mientras que el 4,1% restante correspondió al resto del mundo.

En cuanto a los Estados de la UE-27, y en base a las cifras aportadas por la European Bioethanol Fuel Association (eBIO), hay que destacar dos aspectos relevantes para la comprensión de la marcha de la producción:

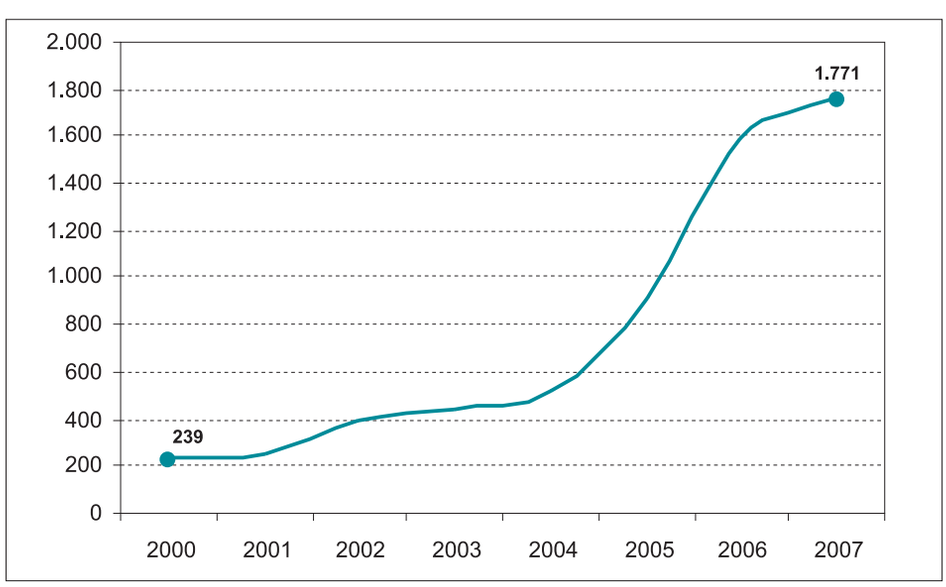
a) Motivada por las previsiones legislativas, la producción europea registró un importante salto cuantitativo en 2002, con un crecimiento interanual del 59,8%. A partir de entonces ha continuado una senda ascendente, aunque el aumento más acusado correspondió al bienio 2005-2006.

b) Sólo 12 países comunitarios son productores. Además, existen importantes diferencias entre ellos, ya que sólo seis de ellos (Francia, Alemania, España, Polonia, Suecia e Italia) aglutinaron casi el 91% del total producido. Es más, Francia y Alemania ocuparon una destacada posición de liderazgo, con cuotas del 32,7 y 22,3%, respectivamente.

En cuanto al biodiésel, en torno a un 75% de la producción mundial se concentra en la UE-27. EEUU ocupa la segunda posición, con una cuota que ronda el 15%. En el ámbito comunitario, el mayor productor es Alemania, seguido de Francia. Estos dos países acaparan más de la mitad del total producido en Europa. España, con un 2,9%, alcanzó en 2007 la sexta posición en el ranking europeo.

Gráfico 12.
Producción mundial de bioetanol (2000-2007). En millones de litros

Fuente: eBIO. Elaboración propia.



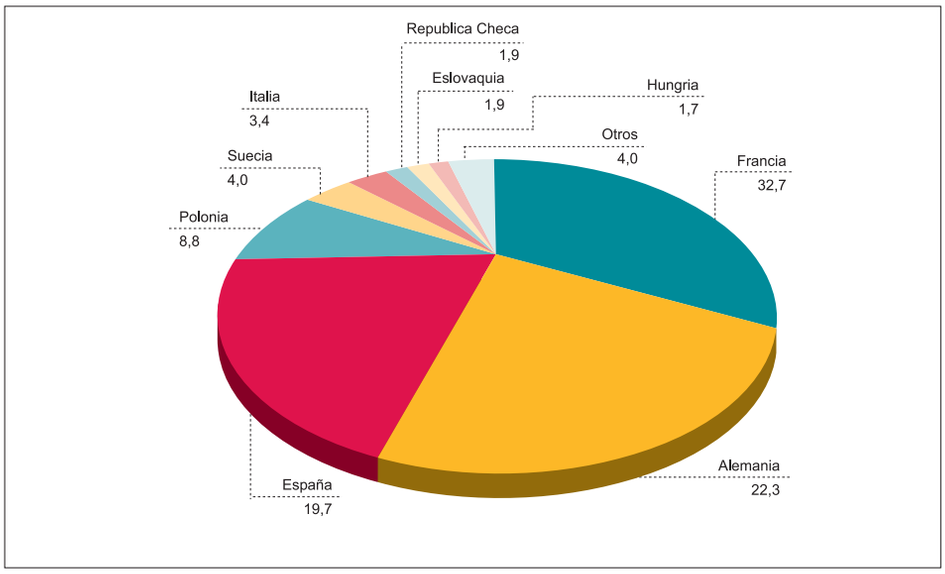


Gráfico 13.
Cuota de mercado de los países productores de bioetanol en la UE-27 (2007). En porcentaje*

* El epígrafe "otros" corresponde a Lituania (1,1%), Reino Unido (1,1%), Letonia (1%) y Holanda (0,8%).

Fuente: eBio. Elaboración propia.

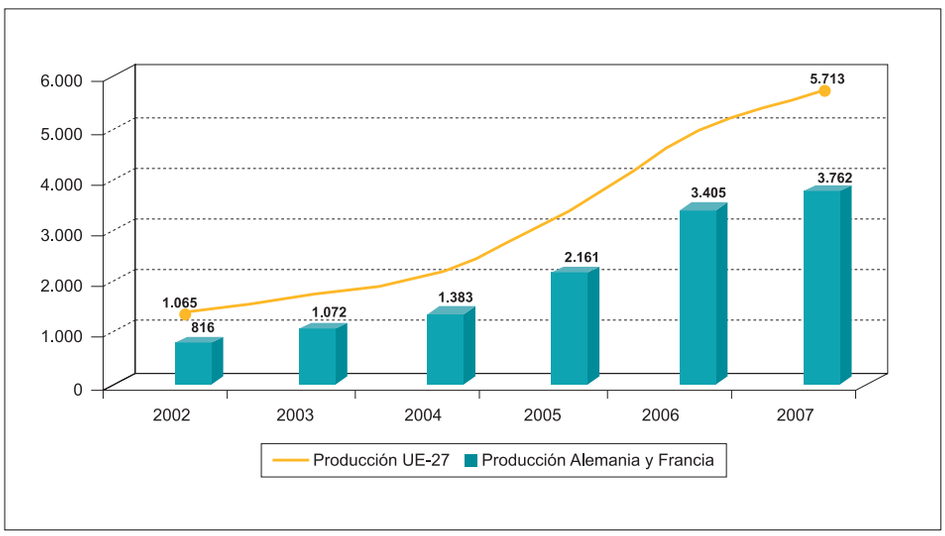


Gráfico 14.
Producción de biodiésel en la UE-27 (2002-2007). En miles de toneladas.

Fuente: *European Biodiesel Board* (EBB). Elaboración propia.

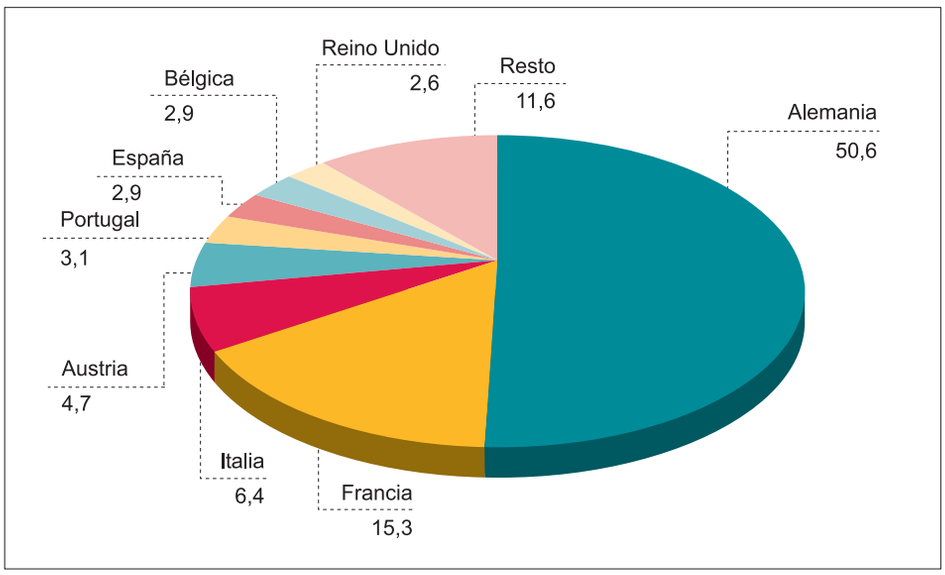


Gráfico 15.
Cuotas de mercado de la producción de biodiésel en la UE-27 (2007). En porcentaje

Fuente: EBB. Elaboración propia.

4.1. Las experiencias de Brasil y EEUU en la producción de biocombustibles

A continuación se explican las experiencias de Brasil y EEUU en la producción y comercialización de bioetanol. Se trata de los dos mayores productores mundiales, aunque el primero de ellos presenta una capacidad exportadora muy superior a la del segundo, debido a su menor consumo interno.

4.1.1. Brasil

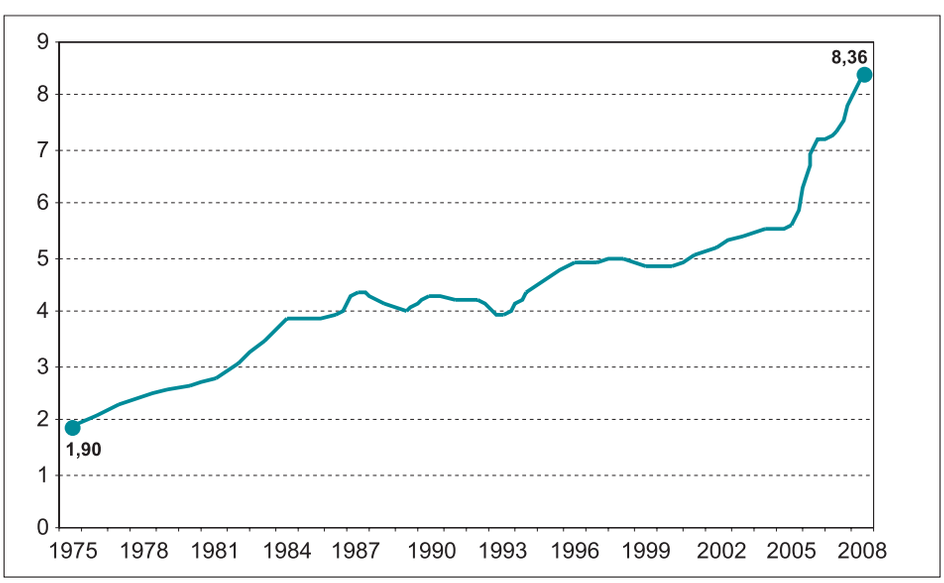
En 1975, el Gobierno brasileño puso en marcha un programa pionero a nivel mundial para obtener bioetanol a partir de caña de azúcar denominado **Proalcohol**. Los principales objetivos de dicho programa eran: *a)* reducir la dependencia externa en el suministro de petróleo; *b)* diversificar el uso de la caña de azúcar; *c)* modernizar las destilerías ya existentes; *d)* ampliar la capacidad productiva mediante la instalación de nuevas fábricas dedicadas exclusivamente a la elaboración de alcohol; y *e)* incentivar la compra de vehículos a motor propulsados con bioetanol.

Durante los primeros años (1975-1979) se desarrolló una estrategia sustentada en la producción de bioetanol anhidro para su agregación a la gasolina en una proporción inferior a un 20%. Desde entonces también se empezó a producir bioetanol hidratado -es decir, que contiene un porcentaje determinado de agua-, cuyo destino era el empleo en los vehículos sin ser mezclado con el citado combustible fósil.

El éxito del **Programa Proalcohol**, que ha supuesto que el bioetanol llegue a representar en torno a un 50% del combustible consumido en el sector transporte, se sustenta en varias razones:

a) Los costes de producción moderados, que han permitido hacer del bioetanol producido en Brasil el biocombustible más barato en relación a otros países. Un componente importante de este factor está relacionado con la capacidad de autoabastecimiento de materia prima, la caña de azúcar, que junto con la elevada disponibilidad de tierra, ha permitido la expansión del cultivo (Gráfico 16).

Gráfico 16.
Evolución de la superficie de caña de azúcar en Brasil (1975-2006).
En millones de hectáreas



Fuente: Ministerio de Agricultura, Pecuario y Abastecimiento de Brasil. Elaboración propia.

b) Por otro lado, el aumento de la productividad de la caña de azúcar (Gráfico 17) ha contribuido a contener los costes de producción. Debe tenerse en cuenta que la materia prima representa entre el 58% y el 65% del coste total de producción. Este avance ha sido posible gracias a la iniciativa privada, con la creación del Centro de Tecnología Canavieira (1979)[13], y al impulso institucional que posibilitó la puesta en marcha del Programa Nacional de Mejoramiento de la Caña de Azúcar (1981). En este sentido, entre los principales avances tecnológicos alcanzados destaca el desarrollo de un extenso número de variedades de caña de azúcar más ricas en sacarosa, más resistentes a enfermedades y mejor adaptadas a las condiciones microclimáticas y edafológicas de las distintas regiones productoras, junto con la modernización de la maquinaria para cosechar y manejar los residuos.

c) La intervención estatal permitió impulsar el crecimiento del sector. A partir de mediados de los años 90 las ayudas a la industria empezaron a remitir. Durante el trienio 1997-1999 se inició un proceso de liberalización, que se concretó en la desregulación del precio del bioetanol, la supresión de las cuotas a la producción y la retirada del monopolio en la canal de distribución a Petrobras. A partir de entonces, la actuación del Gobierno se ha limitado principalmente a establecer los porcentajes de mezcla de alcohol anhidro en la gasolina, a la supervisión del sector, a la implantación de medidas que sigan impulsando su crecimiento y la generación de empleo, especialmente en las zonas rurales.

d) Las diferencias de trato fiscal. Así, por ejemplo, se aplican tipos impositivos reducidos en el impuesto que grava la compra de vehículos propulsados con bioetanol (hidratado y anhidro). Al mismo tiempo, la gasolina soporta un mayor gravamen en el canal de comercialización frente al bioetanol.

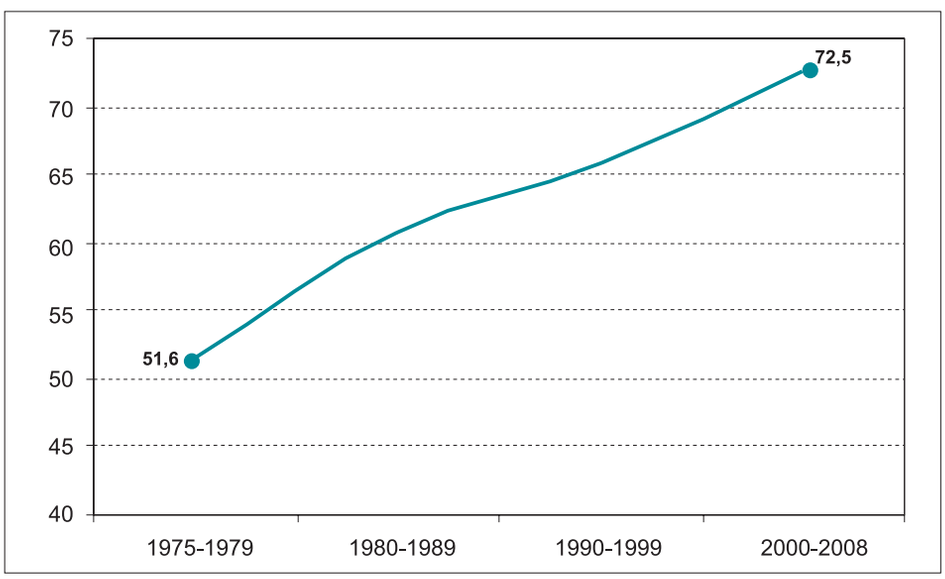


Gráfico 17.
Evolución de la productividad de la caña de azúcar en Brasil (1975-1979/2000-2008). En toneladas por hectárea

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pecuario y Abastecimiento de Brasil. Elaboración propia.

[13] El Centro de Tecnología Canavieira es una asociación privada sin ánimo de lucro, cuyo fin es el desarrollo tecnológico del sector de la caña de azúcar.

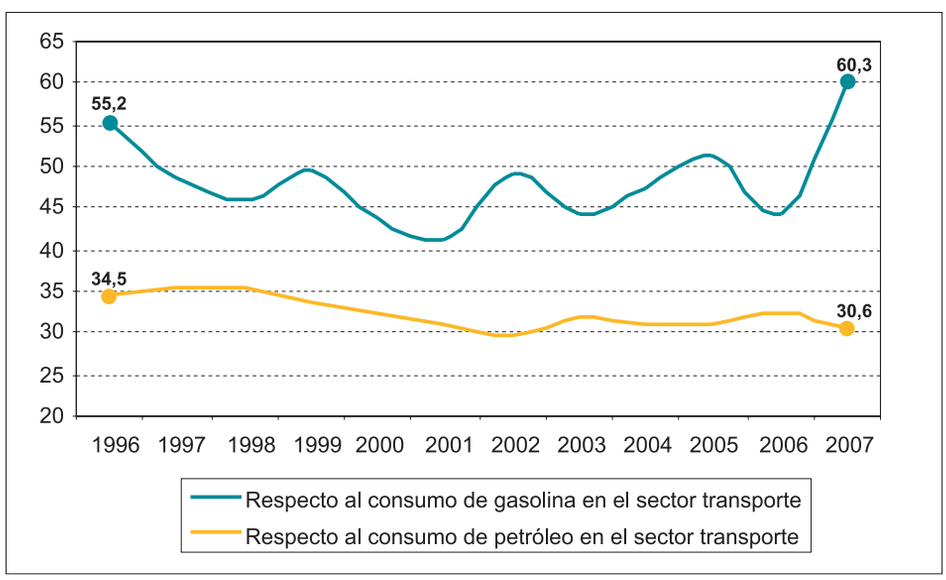
En este contexto, resulta conveniente analizar la marcha de la comercialización del bioetanol. Tomando como referencia el periodo 1996-2007, la inserción de dicho biocombustible en el mercado brasileño ha registrado una trayectoria descendente respecto al consumo de gasolina en el transporte, excepto en 2007, cuando mostró un repunte situándose en un 60,3%. Esta evolución a la baja se debe a dos factores principales. Por un lado, al suave descenso del consumo de bioetanol frente al ligero aumento del consumo de gasolina en el sector; y, por otro lado, a la tendencia ascendente de las exportaciones de bioetanol. Asimismo, la ratio de bioetanol respecto al petróleo total consumido en el sector transporte ha presentado una cuota bastante significativa, oscilando entre un 29,5 y un 35,5%.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad medioambiental, el Gobierno brasileño sostiene que la expansión del área cultivada de caña de azúcar no implica deforestación del área amazónica, pues esta ampliación se ha producido, principalmente, ocupando lugares reservados a pastos de baja productividad o cultivos anuales destinados a la exportación. En este sentido, hay que destacar que Brasil y otros países localizados en la región tropical húmeda cuentan con tierras disponibles para la expansión agrícola, pudiendo coexistir la producción de alimentos y bioenergía de manera sostenible[14].

Por último, merece la pena subrayar que el uso bioenergético de la caña de azúcar en Brasil no se limita a la fabricación de bioetanol, sino que también se utiliza para producir electricidad en plantas de cogeneración a partir del *bagazo*[15]. Esta utilidad representó en 2007 un 16% de la demanda total de energía, posicionándose en el tercer puesto por detrás de los derivados del petróleo y la energía hidráulica.

Gráfico 18.
Evolución del grado de inserción del consumo de bioetanol en el canal de comercialización (1996-2007). En porcentaje

Fuente: Ministerio de Minas y Energía de Brasil. Elaboración propia.



[14] Banco de Desarrollo de Brasil y Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (2008), pp. 194-196.
[15] El *bagazo* es el residuo que queda una vez cosechado el cultivo.

4.1.2. Estados Unidos

EEUU ha pasado a ser el mayor productor mundial de bioetanol, relegando a Brasil a la segunda posición, como consecuencia del importante incremento de producción registrado en 2006. La tasa de crecimiento interanual ha sido muy intensa desde 2002 (año en el que se sobrepasó la cifra de 2.000 galones), oscilando entre un 14,8 y un 33,9%. Asimismo, la producción interna de bioetanol se ha complementado con las importaciones, especialmente a partir de 2003, siendo el principal mercado de origen Brasil. El crecimiento tan acelerado de la producción, tal y como se refleja en la Tabla 2, ha estado motivado por un conjunto de factores:

a) El objetivo obligatorio planteado por el Gobierno estadounidense a través de la *Energy Policy Act* (2005) de poner en el mercado un volumen de 7.500 millones de galones de biocombustibles en 2012. Dicho objetivo fue revisado en diciembre de 2007 tras la promulgación de la *Energy Independence and Security Act* (EISA), estableciéndose en 36.000 millones de galones en 2022[16]. De esta cifra, 31.000 millones corresponden a bioetanol, pudiéndose completar con 5.000 galones adicionales, en función de la materia prima empleada (Tabla 2).

b) El subsidio federal que recibe este biocarburante, actualmente de 0,51 centavos por galón de bioetanol mezclado con gasolina, además de la percepción de otras ayudas económicas del Estado.

c) La ventaja competitiva que tiene EEUU en la producción de maíz, cultivo en el que se apoya la industria nacional del bioetanol.

Tabla 2.
Objetivos de comercialización de biocombustibles en EEUU. En miles de galones

		Biocombustibles avanzados			
	Etanol	Procedente de biomasa lignocelulósica*(a)*	Biodiésel procedente de biomasa	Materia prima no diferenciada	Total
2008	9,0	-	-	-	9,0
2009	10,5	-	0,5	0,1	11,1
2010	12,0	0,1	0,65	0,2	13,0
2011	12,6	0,25	0,8	0,3	14,0
2012	13,2	0,5	1,0	0,5	15,2
2013	13,8	1,0	-	1,75	16,6
2014	14,4	1,75	-	2,0	18,2
2015	15,0	3,0	-	2,5	20,5
2016	15,0	4,25	-	3,0	22,3
2017	15,0	5,5	-	3,5	24
2018	15,0	7,0	-	4,0	26,0
2019	15,0	8,5	-	4,5	28,0
2020	15,0	10,5	-	4,5	30,0
2021	15,0	13,5	-	4,5	33,0
2022	15,0	16	-	5,0	36,0

(a) Corresponde a bioetanol.

Fuente: *Renewable Fuels Association* (RFA). Elaboración propia.

[16] Un galón equivale a 3,79 litros.

Tabla 3.
Evolución de la producción, exportación, importación y consumo de bioetanol en EEUU (2000-2007). En millones de galones

Concepto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Producción	1.630	1.770	2.130	2.810	3.410	3.904	4.885	6.500
Exportación	*nd*	*nd*	-	-	-	8,0	-	-
Importación	4,9	46	45,5	60,9	159,9	135,5	653,3	426,2
Consumo	1.634,9 *(a)*	1.816 *(a)*	2.175,5	2.870,9	3.569,9	4.031,5	5.538,3	6.926,2

(a) Cifra estimada.

Fuente: RFA. Elaboración propia.

La práctica totalidad de la materia prima empleada es maíz y, de forma residual, sorgo y trigo. A este respecto hay que destacar que, al igual que ocurre en Brasil, EEUU tiene capacidad de autoabastecimiento de grano para la industria del bioetanol.

Centrándonos en la demanda interna de maíz por usos, según el *Economic Reserch Service* el destino que ha mostrado un comportamiento más dinámico a lo largo del periodo estudiado ha sido precisamente la industria del bioetanol, mientras que el sector elaborador de piensos y otros usos diversos han registrado un leve descenso (del 1,2 y el 0,3%, respectivamente). El notable crecimiento de la demanda para el primero de los destinos mencionados ha estado impulsado por el aumento de la superficie cultivada, junto con la tendencia al alza mostrada por la productividad (con variaciones acumuladas del 8,1 y del 12,4%, respectivamente). A partir de estas cifras puede deducirse que no ha existido un desvío de producción procedente de otros sectores para suministrar maíz a la industria del bioetanol. Además, hay que tener en cuenta que tampoco las exportaciones han descendido[17].

Por otro lado, el aumento acelerado de la producción de bioetanol en EEUU ha permitido disponer de un mayor volumen de *distillers dried grains with solubles* (DDGS) en el mercado (Gráfico 19), un producto de alto contenido en levadura, minerales y vitaminas del grupo B, destinado a la alimentación animal y que sustituye parcialmente a los cereales en la fabricación de piensos compuestos.

En cuanto al grado de inserción del bioetanol en el canal de comercialización respecto al consumo de petróleo en el sector transporte -tal y como se puede observar en el Gráfico 20-, la ratio fue del 3,13% en 2007, elevándose un 2,59% sobre 1996. Por su parte, el citado registro alcanzó el 4,92% en relación al consumo de gasolina en el sector transporte. La principal conclusión que puede extraerse de estos datos es que la producción de bioetanol ha ganado progresivamente cuota de mercado. El crecimiento más acelerado se registró a partir de 2002, momento que coincide precisamente con el despegue de la capacidad productiva.

[17] Las exportaciones de maíz realizadas por EEUU han registrado una variación media anual del 3,3% a lo largo del periodo 2000-2007.

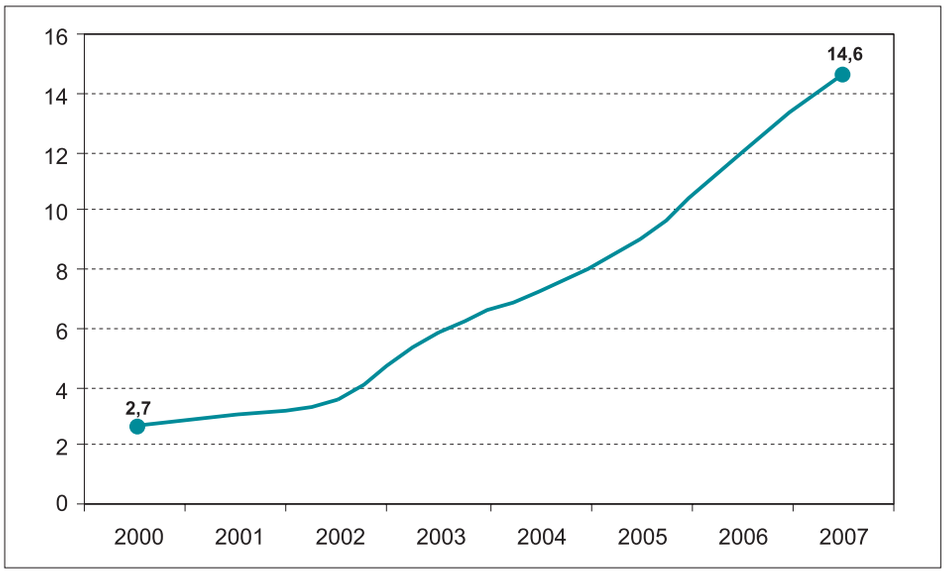


Gráfico 19.
Evolución de la producción de DDGS en EEUU (2000-2007). En millones de toneladas

Fuente: RFA. Elaboración propia.

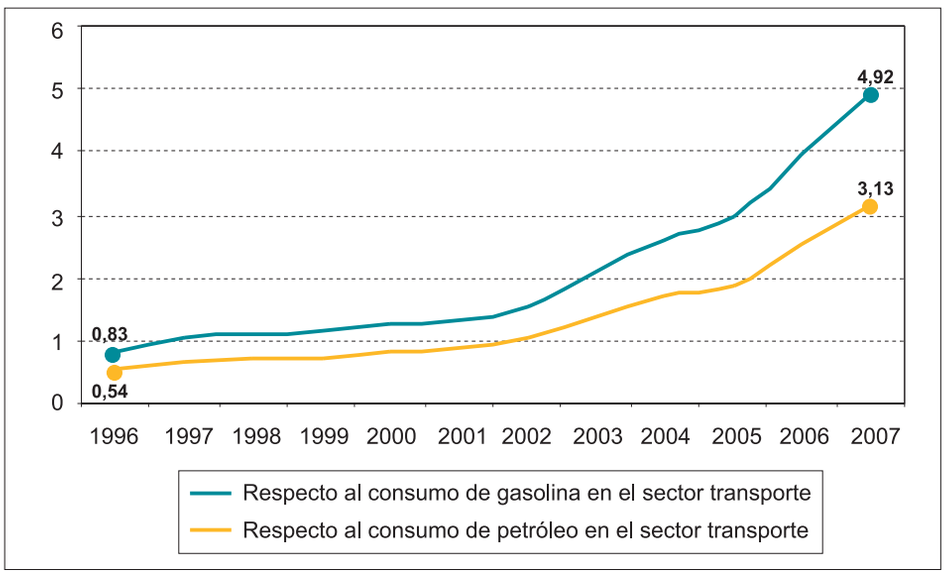


Gráfico 20.
Evolución del grado de inserción del consumo de bioetanol en el canal de comercialización (1996-2007). En porcentaje

Fuente: EIA. Elaboración propia.

5. Análisis de la política desarrollada por la UE en materia de biocarburantes

El fomento del uso de biocarburantes en la UE se remonta a principios de los años 90. En concreto, las Decisiones del Consejo de 1993 y 1997 relativas a la financiación de proyectos para el impulso de las energías renovables (*Programas Altener I* y *II*)[18], propusieron como objetivo no vinculante que los biocarburantes alcanzaran en 2005 una cuota de mercado del 5% respecto al consumo total de los vehículos a motor.

Por otro lado, el *Libro Verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético,* advertía en 2000 de la debilidad estructural que representa para la Unión la existencia de una elevada dependencia externa en el suministro de productos energéticos y de sus consecuencias económicas. Entre los aspectos más importantes reseñados en aquella publicación destacan los siguientes:

[18] Decisión del Consejo 93/500/CEE, de 13 de diciembre de 1993; y Decisión del Consejo 98/352/CE, de 18 de mayo de 1998.

a) **La producción interna de energía resulta insuficiente para cubrir la creciente demanda**. En el caso concreto del petróleo, la ratio entre ambas variables viene incrementándose en los últimos años.

b) **Esta dependencia energética tiene un fuerte impacto en términos económicos**, especialmente en épocas en las que la cotización del crudo se encuentra en niveles altos. Este hecho no sólo se hace notar en el incremento del precio de los productos, sino también en la abultada factura comercial en la que se ha de incurrir. De hecho, los pagos externos por este concepto, especialmente desde 2003, han registrado un crecimiento acelerado, trasladándose al saldo comercial energético.

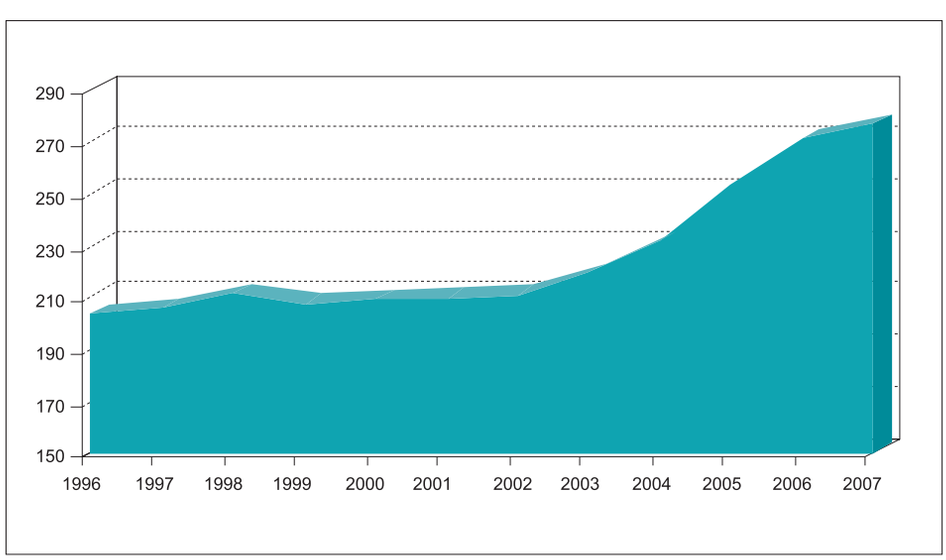
c) **La UE no cuenta con opciones energéticas internas que puedan cubrir satisfactoriamente el incremento de la demanda futura**. Tras un análisis comparativo entre los años 1996 y 2007 (Gráfico 23), se constata la pérdida de representatividad de las reservas de gas natural y petróleo respecto al total mundial. Con la particularidad, además, de que dicha variación se ha debido tanto al aumento de las cifras totales a nivel internacional como al declive de las reservas comunitarias correspondientes a las dos fuentes energéticas.

En este sentido, hay que subrayar que la Comisión Europea estableció como posibilidad en 2001 el hecho de que, con el tiempo, Europa no disponga de recursos explotables a un coste razonable. Al ritmo actual de producción, se estima que los yacimientos de gas y petróleo del Mar del Norte se habrán agotado en 2025[20].

Otra cuestión relevante es la tendencia a la baja que viene registrando la extracción de crudo por parte de los dos mayores productores europeos -Noruega (país que no pertenece a la UE) y Reino Unido- desde principios de la década de 2000. Asimismo, sus reservas confirmadas descendieron un 29,3 y un 28%, respectivamente, entre 1996 y 2007.

Gráfico 21.
Ratio consumo-producción de petróleo en la UE-27 y Noruega (1996-2007)

Fuente: EIA. Elaboración propia.



[20] Comisión Europea (2001), p. 19.

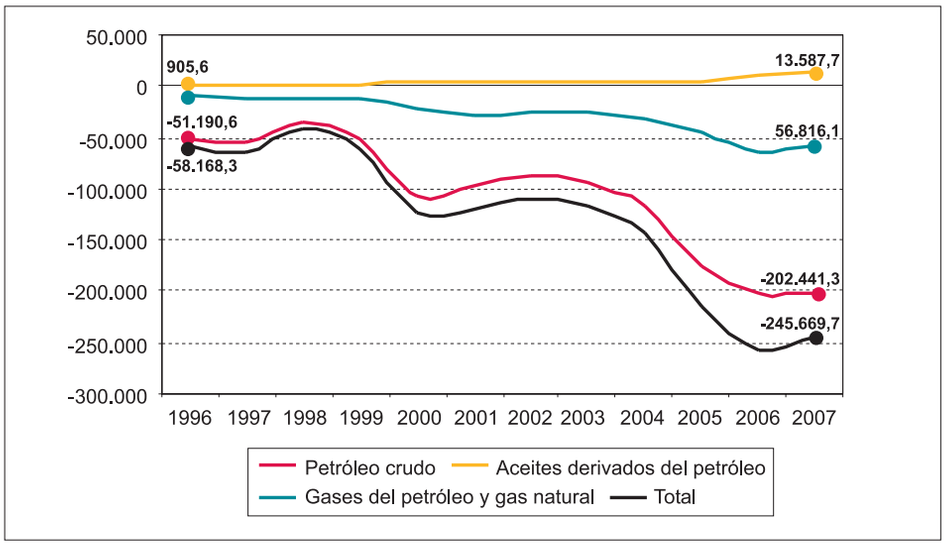


Gráfico 22.
Evolución del saldo comercial energético de la UE-27 (1996-2007). En millones de euros[19]

Fuente: DataComex. Elaboración propia.

[19] El saldo comercial energético hace referencia al petróleo crudo, aceites derivados del mismo, gases del petróleo y gas natural.

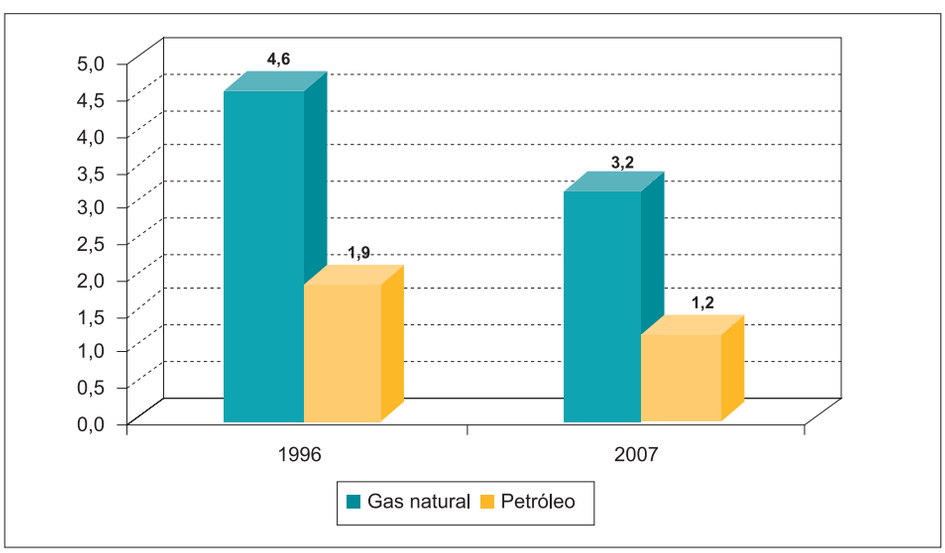


Gráfico 23.
Evolución de las reservas probadas de gas natural y petróleo en la UE respecto al total mundial. En porcentaje

Fuente: *BP Statistical Review of World Energy* (2007). Elaboración propia.

En este contexto, el Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron finalmente la Directiva 2003/30/CE, relativa al fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte, en la que se establecieron como objetivos mínimos indicativos por Estado miembro unas cuotas de consumo de biocarburantes en el sector del transporte para los años 2005 y 2010 del 2 y del 5,75%, respectivamente. Estos porcentajes debían calcularse sobre el total de contenido energético (no cubriéndose el objetivo en 2005). La citada propuesta vino acompañada de un conjunto de medidas, entre las que destacaban las siguientes:

a) A través de la Directiva 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, se permite a los Estados miembros la aplicación de un **nivel impositivo reducido a los biocarburantes**, e incluso su exención.

b) La reforma de la Política Agrícola Común de 2003 (Reglamento 1782/2003) estableció un **subsidio de 45 euros por hectárea para cultivos bioenergéticos**[21], ligado a un contrato entre el agricultor y el transformador. Esta medida empezó a aplicarse un año después para una superficie máxima garantizada de 1,5 millones de hectáreas en el ámbito de la UE-15. En 2007 se amplió hasta los 2 millones, incorporándose los nuevos Estados miembros. Si bien, tal y como indica la legislación, en caso de incrementarse el objetivo de superficie establecido, la subvención se reduce de forma proporcional a dicho incremento[22].

c) Mediante el Reglamento Comunitario 2012/2006, se autorizó a los Estados miembros a **abonar una ayuda nacional de un máximo del 50% de los costes** a la implantación de cultivos energéticos permanentes.

d) Para proteger la producción comunitaria existen **aranceles a la importación**, aunque no contingentes. Como se muestra en la Tabla 5, el alcohol de uso para biocombustibles o utilizado para fabricar ETBE tiene un arancel de 10,2 euros/hl, siendo de 19,2 euros/hl para el no desnaturalizado -que también puede ser empleado como alcohol de boca (para bebidas alcohólicas)-.

No obstante, la UE mantiene compromisos preferenciales con diferentes países, a cuyas importaciones de bioetanol no se le aplica protección arancelaria alguna. Concretamente, se trata del Acuerdo de Cotonou, la *Everything but Arms Initiative*, el Sistema de Preferencias Generalizadas (GSP, en sus siglas en inglés), y un acuerdo que engloba a varios países balcánicos. De igual modo, también existen convenios bilaterales con diferentes Estados[23].

En el caso del biodiésel, el sistema arancelario fija su atención en los aceites de colza, girasol y soja para uso industrial, con un arancel del 3,2% *ad valorem*.

A pesar de las medidas de carácter comercial implantadas con el objetivo de fomentar la producción de biocarburantes en la UE, desde 2006 se está produciendo un escenario de *dumping* fiscal como consecuencia de la progresiva entrada de biodiésel estadounidense.

Por ejemplo, cuando este biocarburante llega a España se le aplica un tipo impositivo cero en el impuesto de hidrocarburos, si bien ya se ha beneficiado de una subvención en origen por valor de 0,29 dólares por cada litro de biodiésel. Ello implica que el precio del producto estadounidense en puerto sea inferior a 750 euros por tonelada, mientras que el coste interno de producción se sitúa por encima de los 850.

---

[21] Quedaron incluidos todos los cultivos energéticos destinados a la producción de biocombustibles para el transporte, así como de energía térmica y eléctrica a partir de la biomasa existente en los mismos. La remolacha azucarera, por su parte, se incorporó como cultivo energético en 2006, tras la entrada en vigor de la reforma de la Organización Común de Mercado del Azúcar.

[22] Reglamento (CE) nº 1782/2003 del Consejo, de 29 de septiembre de 2003, p. 52; y Reglamento (CE) nº 1413/2007 de la Comisión, de 30 de noviembre de 2007, p. 6.

[23] Andorra, Croacia, Egipto, Jordania, Liechtenstein, San Marino, Suiza, Yugoslavia y Macedonia.

Tipo de producto	Arancel	Contingente a la importación
Bioetanol		
Alcohol desnaturalizado	10,2 euros/hl	No sujeto
Alcohol no desnaturalizado	19,2 euros/hl	No sujeto
Biodiésel		
Aceite de colza para uso industrial	3,2% *(a)*	No sujeto
Aceite de girasol para uso industrial	3,2% *(a)*	No sujeto
Aceite de palma para uso industrial	-	No sujeto
Aceite de soja para uso industrial	3,2% *(a)*	No sujeto

TABLA 5.
MEDIDAS COMERCIALES EXISTENTES EN LA UE-27 PARA PROTEGER LA PRODUCCIÓN COMUNITARIA DE BIOCARBURANTES (2008)

(a) Porcentaje a aplicar *ad valorem*.

Fuente: Taric. Elaboración propia.

Por otro lado, ante el incumplimiento del mencionado objetivo indicativo del 2% para 2005, la Comisión Europea presentó en febrero de 2006 una Comunicación bajo el título *Estrategia de la UE para los Biocarburantes*, en la que establecía un enfoque estratégico sobre la implantación de éstos en la UE que giraba en torno a dos ejes:

1. **Promover la mayor utilización** de los biocombustibles tanto en la UE como en los países en desarrollo, garantizando que su producción sea positiva para el medio ambiente.

2. **Mejorar su competitividad** en términos de costes mediante la optimización de los cultivos especializados, la investigación en biocarburantes de segunda generación y una mayor implantación en

Siguiendo esta línea estratégica, el Consejo Europeo acordó establecer en el primer trimestre de 2007 un **nuevo objetivo mínimo vinculante del 10%** para el consumo de biocarburantes en el sector transporte por Estado miembro en 2020. Asimismo, entre las medidas más importantes incluidas en la propuesta de *Directiva de Fomento del Uso de Energías Renovables*, merecen detallarse las siguientes:

a) Cada Estado miembro debe adoptar un **plan de acción** consistente en establecer objetivos y medidas por tipos de fuentes renovables que presentará a la Comisión Europea antes del 31 de marzo de 2010.

b) Antes del 30 de junio de 2011, y posteriormente cada dos años, los Estados miembros notificarán a la Comisión Europea un **informe sobre los progresos realizados** especificando, asimismo, el funcionamiento de los sistemas de apoyo y otras medidas destinadas a fomentar las energías renovables.

c) Los biocombustibles deben haber sido producidos siguiendo criterios de sostenibilidad medioambiental para poder acogerse a incentivos fiscales y, en general, a ayudas financieras, así como para ser incluidos en el cumplimiento de los objetivos nacionales establecidos en los correspondientes planes de acción.

A título orientativo, la Comisión Europea ha realizado un informe sobre la superficie que se debe destinar para producir biocarburantes a fin de cumplir el objetivo establecido[24] (Tabla 6). Entre los aspectos más relevantes de esta propuesta destacan los siguientes:

- La superficie cultivada seguirá siendo de 113,8 millones de hectáreas, existiendo algunas variaciones en el uso y una disminución de la reserva. Respecto a los cultivos energéticos, éstos cubrirían en 2020 el 15,4% de la superficie agrícola útil comunitaria, frente al 2,7% de 2006.
- Para producir específicamente bioetanol a partir de cereales (trigo, maíz y cebada) es necesario disponer de 59 millones de toneladas de materia prima. Ello representaría en torno al 21% de la producción de la UE-27, respecto al 2% de 2006. El incremento neto sería de 7 millones de toneladas, descontado el aumento de la productividad y el rendimiento de la superficie que dejaría de ser de reserva, cifra que se cubriría con la reducción de las exportaciones. Las estimaciones realizadas valoran el impacto económico de este objetivo en un aumento de los precios de los cereales entre un 3 y un 6% en comparación con el año 2006. Como materia prima complementaria a los cereales se destinaría la remolacha azucarera, que mostraría un ligero aumento de 0,5 millones de hectáreas.
- Por lo que respecta al biodiésel, la estimación es cubrir el suministro parcialmente con producción interna e importar 37 millones de toneladas de aceite (5 de ellas procederían de palma aceitera). Esto va a suponer, siempre según las previsiones de la Unión, un incremento de 800.000 hectáreas hasta alcanzar los 2,9 millones, aunque globalmente la superficie destinada a oleaginosas mostraría un ligero descenso (3,5%). En términos de precios, esta demanda tendría un mayor impacto en el girasol (15%), debido al menor potencial de producción mundial, y en la colza (8-10%). En contraposición, descenderían los precios de las tortas destinadas a alimentación animal al aumentar la oferta de estos productos.

Tabla 6.
Superficie de cultivo en la UE-27 destinada a biocarburantes en 2006 y proyección para 2020

	2006		2020	
	Millones has	Porcentaje	Millones has	Porcentaje
Total cereales	59,0	51,8	62,5	54,9
- Bioetanol	0,9	0,8	12,3	10,8
Total oleaginosas	8,8	7,7	8,5	7,5
- Biodiesel	2,1	1,8	2,9	2,5
Total remolacha azucarera	1,9	1,7	1,5	1,3
- Bioetanol	0,1	0,1	0,6	0,5
Total biocarburantes	3,1	2,7	17,5	15,4
Total cereales, oleaginosas, remolacha azucarera y BTL*	69,7	61,3	74,1	63,7
Resto de la superficie agrícola				32,2
- Otros usos	36,9	32,4	36,6	4,1
- Reserva	7,2	6,3	4,7	100
Total	113,8	100	113,8	

* BTL: *biomass to liquid* (biomasa para su transformación en biocombustible).

Fuente: Taric. Elaboración propia.

[24] Comisión Europea (2007).

Dada la actual situación de desventaja competitiva bajo la que se encuentra el biodiésel europeo frente al importado de EEUU, para que la situación se normalice cuanto antes es necesario establecer algún tipo de restricción o de exigencia a las autoridades estadounidenses. Por otro lado, en la medida que los precios del petróleo y sus derivados van ascendiendo, la necesidad de subvencionar la puesta en producción de nuevas extensiones y plantas comienza de dejar de tener sentido. En tal escenario las políticas que se adopten deben ir dirigidas a evitar externalidades indeseables sobre la distribución de las tierras y sobre los precios mundiales de los alimentos (aspecto que se trata en el siguiente apartado de este estudio).

De hecho, la Comisión Europea inició el 13 de junio de 2008 una investigación sobre las importaciones de biodiésel de Estados Unidos, acusadas por la industria europea de *dumping* y de recibir cuantiosas subvenciones en origen. A 31 de diciembre de 2008 no se había concluido la investigación, aunque la sola aceptación a trámite de la misma implica que la Comisión ha encontrado argumentos sólidos en contra de las exportaciones estadounidenses.

En España está en marcha un programa de investigación denominado Proyecto Singular y Estratégico (PSE), cuyo objetivo es demostrar comercialmente qué cultivos son los más idóneos y rentables para su siembra en nuestro país, destinados a la producción de bioenergía. Algunos de los que están siendo objeto de investigación para obtener biocombustibles son el cardo, la colza, el trigo y el maíz. El proyecto, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, está coordinado por el CIEMAT y su periodo de ejecución abarca ocho años (2005-2012), aunque la primera fase se prolonga hasta la primera mitad de 2009. En él intervienen diferentes instituciones y empresas, entre las que destacan: Abengoa Energía, Acciona Energía, Asaja-Granada, el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Ecoproductos Ibéricos, Endesa Generación, la Fundación Circe, la Fundación Soriactiva, el Grupo Guascor, el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA), la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Pontificia de Comillas y Valoriza.

6. Análisis del sector de los biocombustibles en España

Tomando como punto de referencia los últimos datos de actividad disponibles elaborados por la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA), la producción nacional de biocombustibles ascendió a cerca de 433.000 toneladas en 2007, lo que supuso un descenso interanual del 2,8%. Esta tónica estuvo impulsada por la evolución a la baja que registró la fabricación de bioetanol.

Respecto al consumo, los biocombustibles alcanzaron una cuota de mercado del 1,47% en el primer semestre de 2008 respecto al total de combustibles fósiles y vegetales. Por productos, el biodiésel contabilizó un registro muy similar a la media, mientras que la participación del bioetanol fue del 1,52%.

6.1. Principales indicadores del mercado del biodiésel en España

La producción de biodiésel en España ha mostrado un crecimiento sostenido durante el trienio 2005-2007, hasta alcanzar una cifra próxima a 149.000 toneladas. A pesar de esta dinámica, las cantidades producidas quedan alejadas de la capacidad instalada, habiendo registrado la ratio entre ambas variables un importante deterioro en 2007 (Gráfico 26).

Gráfico 24.
Producción de biocombustibles en España (2005-2007)

Fuente: APPA. Elaboración propia.

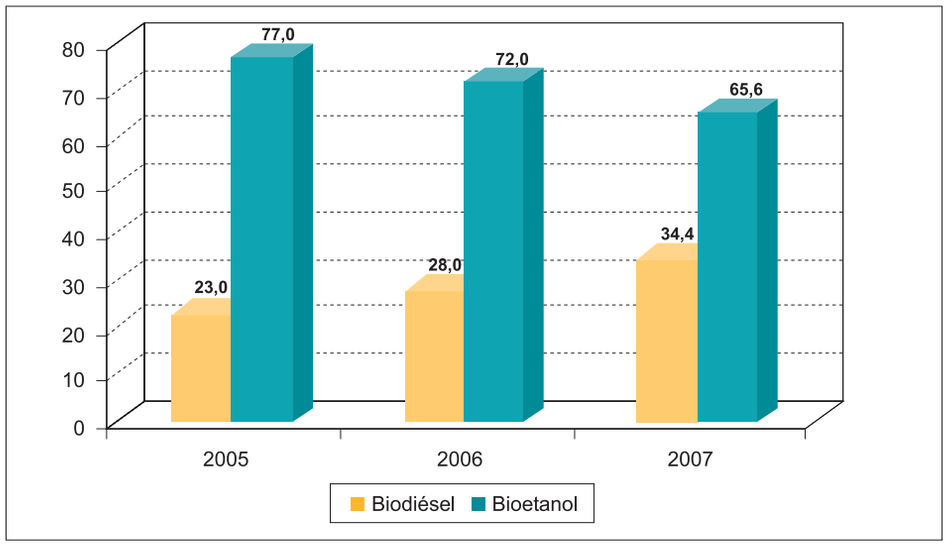


Gráfico 25.
Producción, exportaciones, consumo y ventas nacionales de biodiésel en España (2005-2007)*

*Las ventas nacionales incluyen producto fabricado en España e importado.

Fuente: APPA. Elaboración propia.

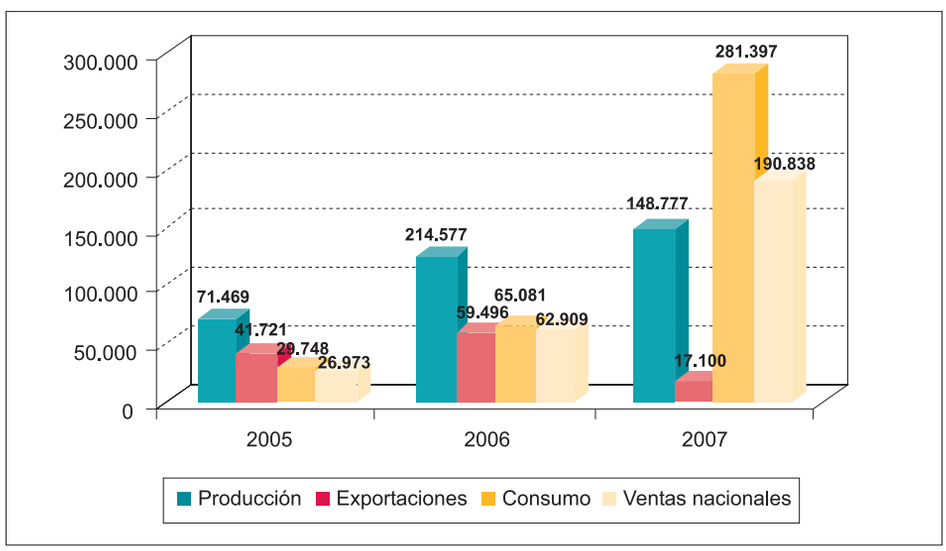
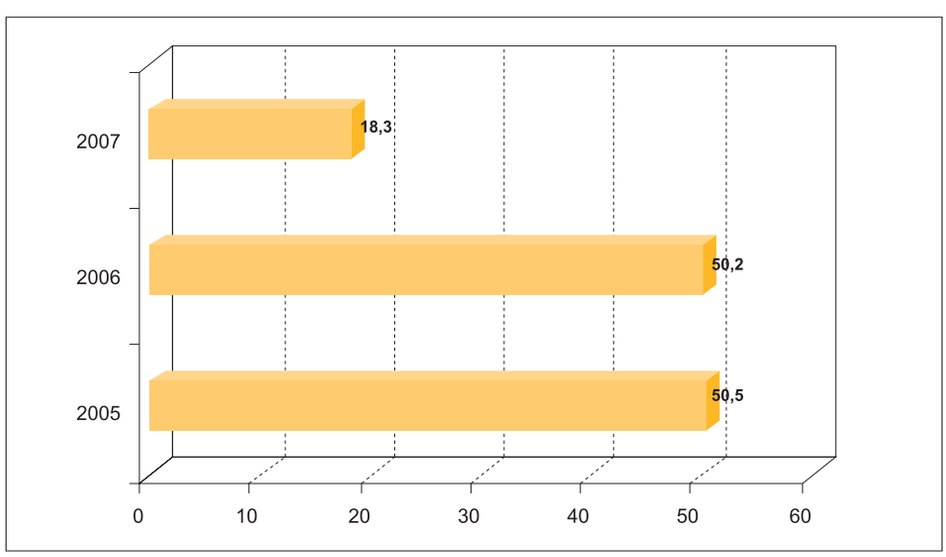


Gráfico 26.
Ratio producción/capacidad instalada de biodiésel (2005-2007)

Fuente: APPA. Elaboración propia.



Otro indicador de la actual situación del sector es el relativo al consumo, el cual se multiplicó en torno a 4,5 veces en 2007 respecto al año anterior. Sin embargo, teniendo en cuenta la elevada capacidad de producción de la industria española -que casi se cuadruplicó-, las ventas de biodiésel fabricado en España respecto a la capacidad productiva ni tan siquiera alcanzaron un 20%.

De estas cifras se puede extraer como principal conclusión que el sector español está teniendo importantes dificultades para dar salida comercial a su potencial productivo, ante la irrupción de producto importado procedente de EEUU en 2007. Como ya se ha comentado, éste tiene un precio muy inferior al biodiésel español, puesto que goza de dos subvenciones, una en origen y otra en el mercado nacional, al estar exento del impuesto especial de hidrocarburos.

6.2. Principales indicadores del mercado del bioetanol en España

La producción de bioetanol en España disminuyó en 2007, a pesar del aumento de la capacidad instalada. Como puede observarse en el Gráfico 28, y al igual que ha ocurrido en la industria del biodiésel, la ratio entre las variables especificadas ha registrado una contracción, pasando del 92,9% en 2005 al 62,3% en 2007. Este hecho se justifica en gran parte por haber estado cerrada la planta más grande existente en España, localizada en Babilafuente (Salamanca), durante más de la mitad del último año mencionado.

Por su parte, las ventas globales de bioetanol fabricado en España descendieron debido a las dificultades para vender el biocombustible en el mercado europeo, no sólo por el aumento de la capacidad instalada de algunos países, sino también por la entrada de producto importado procedente de terceros mercados. En contraposición, las ventas internas evolucionaron positivamente, aunque la mayor parte del bioetanol producido se transforma en ETB.

6.3. Plantas productivas de biodiésel y bioetanol existentes en España

Al cierre del ejercicio 2008 operaban en la geografía española un total de 48 centros, de los cuales 44 fabricaban biodiésel y el resto bioetanol. En cuanto a la capacidad productiva instalada, ésta alcanzó la cifra de 3,6 millones de toneladas, distribuidas en un 87,2% de biodiésel y un 12,8% de bioetanol.

El número de fábricas puestas en producción en 2008 (un total de 20) dan muestra del dinamismo del sector durante el pasado ejercicio. Igualmente, llama la atención la puesta en marcha de centros con una capacidad superior a la instalada en años anteriores; concretamente, se inauguraron cinco plantas de 200.000 ó 250.000 toneladas, y otra de 600.000, localizada en Castellón y perteneciente a Infinita Renovables. Esta empresa está construyendo una segunda en Ferrol (La Coruña), con una capacidad en un 50% inferior a la inaugurada en 2008.

6.4. Marco legislativo en materia de biocombustibles

Por lo que respecta a la actual situación del mercado, la Directiva 2003/30/CE fijó como objetivo mínimo de referencia la disponibilidad para consumo en 2010 de un 5,75% respecto al contenido energético de toda la gasolina y gasóleo comercializado con fines para el transporte en cada Estado miembro de la UE. La transposición de esta Directiva en España se realizó mediante el

Gráfico 27.
Producción, ventas nacionales y exportaciones de bioetanol en España (2005-2007)*

*Las ventas nacionales incluyen producto fabricado en España e importado.

Fuente: APPA. Elaboración propia.

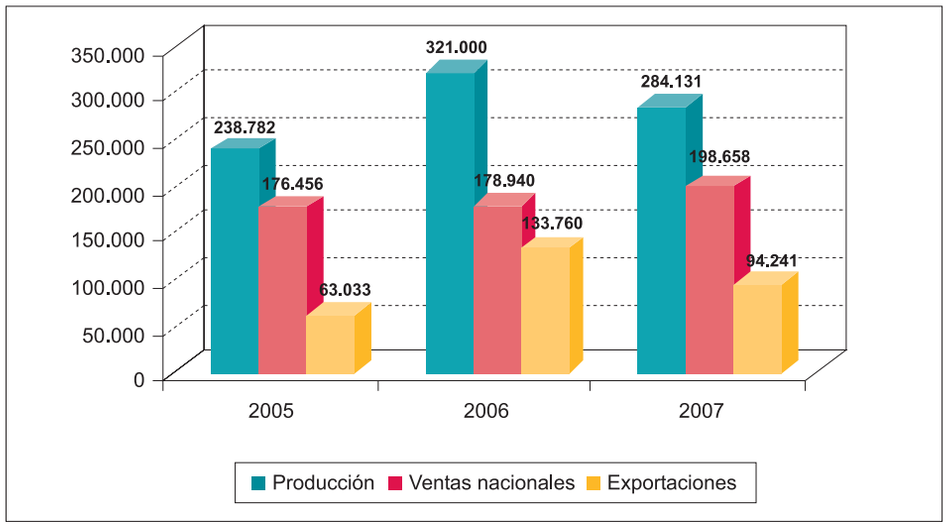
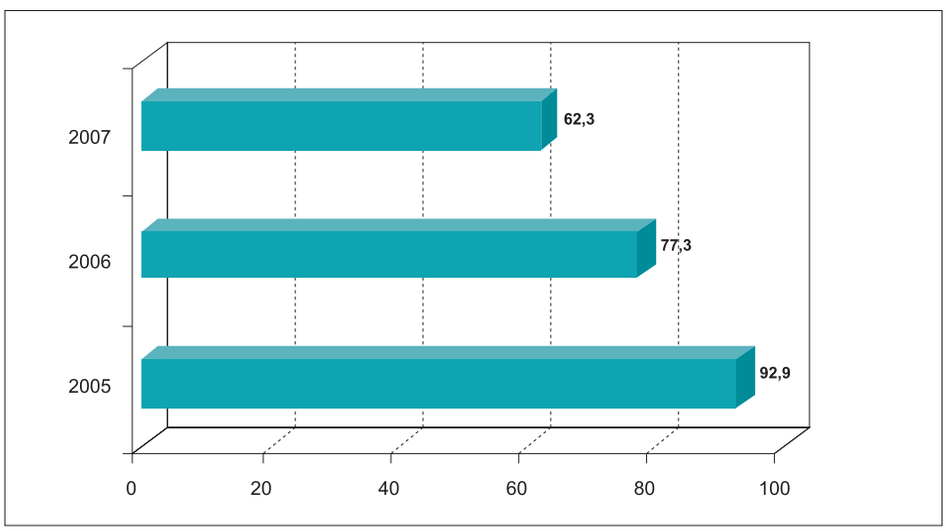


Gráfico 28.
Ratio producción /capacidad instalada de bioetanol (2005-2007)

Fuente: APPA. Elaboración propia.



Real Decreto 1700/2003, de 15 de diciembre de 2003, derogado posteriormente por el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, aunque sin incorporarse instrumentos para impulsar la demanda interna de biocombustibles.

En este contexto, la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA), siendo consciente de la falta de iniciativas destinadas a la comercialización de biocarburantes, elaboró una propuesta legislativa en 2006. Finalmente, el Congreso de los Diputados aprobó en junio de 2007 la reforma de la Ley 34/1998 del Sector de Hidrocarburos (LSH)[25], quedando incluidos en la disposición adicional decimosexta objetivos del 1,9, 3,4 y 5,83% para 2008, 2009 y 2010, respectivamente, siendo estos dos últimos de obligado cumplimiento. Asimismo, se habilitó al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para dictar las disposiciones necesarias para implantar un mecanismo regulador de fomento de la incorporación de biocombustibles.

[25] Ley 12/2007, de 12 de julio de 2007.

TABLA 7.
LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTAS PRODUCTIVAS DE BIODIÉSEL EXISTENTES EN ESPAÑA (ENERO DE 2009)

Nombre de la planta	Capacidad productiva (tm/año)	Municipio	Provincia	Año de inauguración
Stocks del Vallés	31.000	Montmeló	Barcelona	2002
Bionet Europa	50.000	Reus	Tarragona	2003
Bionor Berantevilla	26.490	Berantevilla	Álava	2003
Biodiésel Castilla La Mancha	15.000	Santa Olalla	Toledo	2004
IDAE *(a)*	15.000	Alcalá de Henares	Madrid	2004
Bionorte	5.000	San Martín de Rey Aurelio	Asturias	2004
Acciona Biocombustibles Caparroso	70.000	Caparroso	Navarra	2005
Combustibles Ecológicos Biotel	72.000 *(b)*	Barajas de Melo	Cuenca	2006
Biodiésel de Andalucía 2004	40.700	Fuentes de Andalucía	Sevilla	2006
Biocarburantes Almadén	32.000	Almadén	Ciudad Real	2006
Grupo Ecológico Natural *(c)*	8.000	Llucmajor	Mallorca	2006
Biocombustibles y Energías Renovables de Castilla La Mancha (BERCAM)	6.000	Los Yébenes	Toledo	2006
Asthor Biodiésel	4.000	Gijón	Asturias	2006
Biocarburantes Castilla La Mancha *(d)*	105.000	Ocaña	Toledo	2007
Linares Biodiésel Technology	100.000	Linares	Jaén	2007
Entabán Biocombustibles del Guadalquivir	50.000	Sevilla	Sevilla	2007
Ecoproductos Castilla La Mancha	50.000	Montalbo	Cuenca	2007
Biodesarrollo PQV	25.000	Puertollano	Ciudad Real	2007
Entabán Biocombustibles del Pirineo	25.000	Alcalá de Gurrea	Huesca	2007
Biocarburantes de Castilla (BIOCAST)	20.000	Valdescorriel	Zamora	2007
Biocom Energía	75.000	Algemesí	Valencia	2007
Biocombustibles Ecológicos del Mediterráneo (Biocemsa)	10.000	Elda	Alicante	2007
Biodiésel Carburantes	6.000	Carranque	Toledo	2007
Transportes Ceferino Martínez	5.000	Vilafant	Girona	2007
Infinita Renovables	600.000	Castellón	Castellón	2008
Bioenergética Extremeña 2020	250.000	Valdetorres	Badajoz	2008
Bio-Oils Huelva I	250.000	Palos de la Frontera	Huelva	2008
Biodiésel Bilbao	200.000	Zierbana	Vizcaya	2008
Entabán Biocombustibles de Galicia	200.000	Ferrol	La Coruña	2008
Entabán Biocombustibles de Zierbana	200.000	Zierbana	Vizcaya	2008
Sociedad Cooperativa General Agropecuaria Acor	100.000	Olmedo	Valladolid	2008
Biodiésel Aragón	100.000	Altorricón	Huesca	2008
Biocombustibles de Cuenca	52.000	Cuenca	Cuenca	2008
Combunet	50.000	Monzón	Huesca	2008
Energía Gallega Alternativa	40.000	Cerceda	La Coruña	2008
Solartia	28.500	Los Arcos	Navarra	2008
Biocarburantes de Galicia	26.550	Begonte	Lugo	2008
Hispanergy del Cerrato	25.000	Herrera de Valdecañas	Palencia	2008
Bioteruel	10.000	Albalate del Arzobispo	Teruel	2008
Biocombustibles de Castilla y León de Entrevías	6.900	San Cristóbal	Zamora	2008
Albabio	6.000	Níjar	Almería	2008
Biocarburos del Almanzora	6.000	Cuevas del Almanzaora	Almería	2008
Biocom Pisuerga	6.000	Castrojeriz	Burgos	2008
Bonmatiblau	6.000	Manresa	Barcelona	2008

(a) Esta planta pertenece a Recioil desde el 1 de septiembre de 2008.
(b) Esta capacidad se amplió hasta las 150.000 toneladas anuales en el primer trimestre de 2008.
(c) A principios de 2008 la capacidad productiva pasó a ser de 33.000 toneladas anuales.
(d) Integrada en el Grupo Nátura.

Fuente: APPA. Elaboración propia.

Tabla 8.
Localización de las plantas productivas de bioetanol existentes en España (enero de 2009)

Fuente: APPA. Elaboración propia.

Compañía	Capacidad productiva (tm/año)	Municipio	Provincia	Año de inauguración
Ecocarburantes Españoles	118.000	Cartagena	Murcia	2000
Bioetanol Galicia	154.000	Curtis	La Coruña	2002
Biocarburantes de Castilla León	158.000	Babilafuente	Salamanca	2006
Bioetanol de La Mancha	26.000	Alcázar de San Juan	Ciudad Real	2007

En octubre de 2008 fue aprobada la orden ministerial que desarrolla la citada disposición decimosexta[26]. Los aspectos más destacados de la misma son:

a) Se han establecido cuotas independientes para bioetanol y biodiésel, aunque la obligación total se sitúa en los porcentajes especificados anteriormente.

b) No serán contabilizados en el cumplimiento de la obligación los biocombustibles que sean introducidos en la UE ya mezclados con carburantes fósiles.

c) Los sujetos obligados al cumplimiento de la obligación son los operadores petrolíferos mayoristas respecto a las ventas anuales de carburantes que realicen a los distribuidores minoristas en el mercado nacional; así como éstos últimos y los consumidores de productos petrolíferos en relación a las ventas y consumos anuales de carburantes importados, respectivamente.

d) Corresponde a la Comisión Nacional de Energía (CNE) supervisar el cumplimiento de la obligación mediante la expedición de certificados de biocombustibles a los operadores.

A juicio de la APPA, esta nueva normativa permitirá sustituir durante el bienio 2009-2010 carburantes de origen fósil destinados al transporte por un valor de más de tres millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP).

7. Los biocombustibles en el punto de mira del ascenso del precio de las *commodities* agroalimentarias

Los biocombustibles se han convertido en el blanco de todas las miradas como los causantes de la tendencia al alza que ha registrado el precio de los cereales y otras *commodities* agroalimentarias en los últimos meses (Gráficos 29 y 30). Sin embargo, la cotización de las principales materias primas agrícolas mostró un retroceso a partir de la segunda mitad de 2008, al tiempo que ha continuado creciendo la producción mundial de biocarburantes, lo que constituye un claro indicio de la reducida influencia que ha ejercido ésta en la evolución de dichos precios.

[26] Orden ITC/2877/2008, de 9 de octubre de 2008

Con objeto de profundizar en este tema, a continuación se presentan las opiniones vertidas al respecto por diversos organismos internacionales y se realiza un análisis sobre las causas que, a nuestro juicio, han desencadenado la coyuntura descrita.

El pasado mes de junio de 2008, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) organizó en Roma la *Conferencia sobre la Seguridad Alimentaria Mundial*, en la que se presentaron los factores subyacentes del incremento del precio de las principales *commodities* agroalimentarias (cereales y aceites)[27]. A juicio de la FAO, la trayectoria alcista que han mostrado estos productos durante algo más de dos años es achacable a la confluencia de diferentes fuerzas: *déficit* de producción de cereales relacionados con condiciones climatológicas adversas; reducción gradual del nivel de reservas, particularmente en lo que respecta a este último grupo de cultivos; incremento de los costes de *inputs* básicos (fertilizantes y derivados del petróleo); depreciación del dólar estadounidense frente a diferentes divisas; y, finalmente, surgimiento de una nueva fuente de demanda para determinados productos agrícolas destinados a la producción de biocombustibles.

Asimismo, en un informe interno del Banco Mundial, fechado en abril de 2008 y elaborado por el economista Donald Mitchell -y que posteriormente fue filtrado al periódico británico *The Guardian*[28]-, se expuso que esta dinámica ascendente estuvo causada en un 35% a consecuencia de los altos precios de la energía, los fertilizantes y la debilidad de la moneda estadounidense; mientras que el 65% restante se debía a la combinación de los siguientes factores: cambios en el uso de la tierra, actividad especulativa, prohibiciones a la exportación, disminución de las reservas de granos y aumento de la actividad mundial en el sector de los biocombustibles.

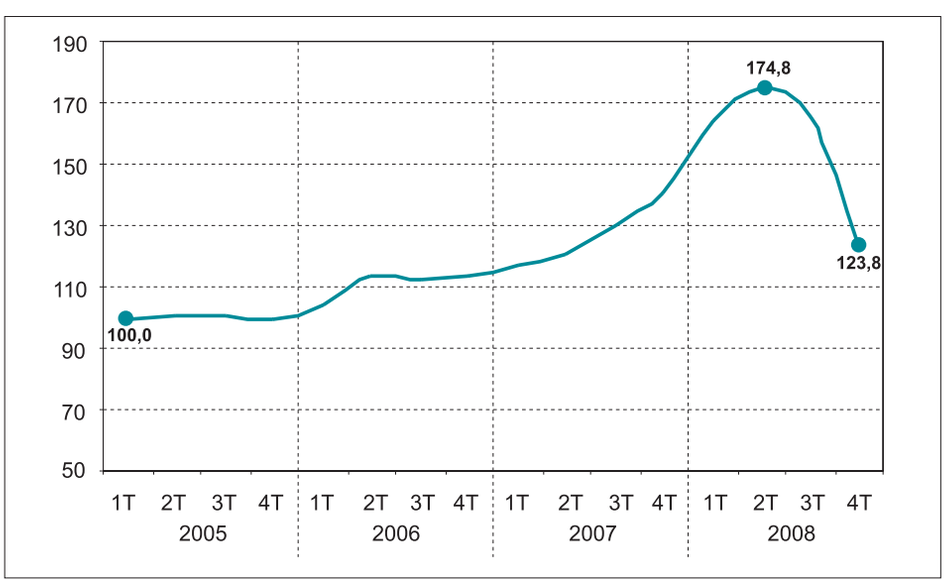


Gráfico 29.
Índice de precios de las commodities alimentarias* (en dólares). Base 100=1T 2005

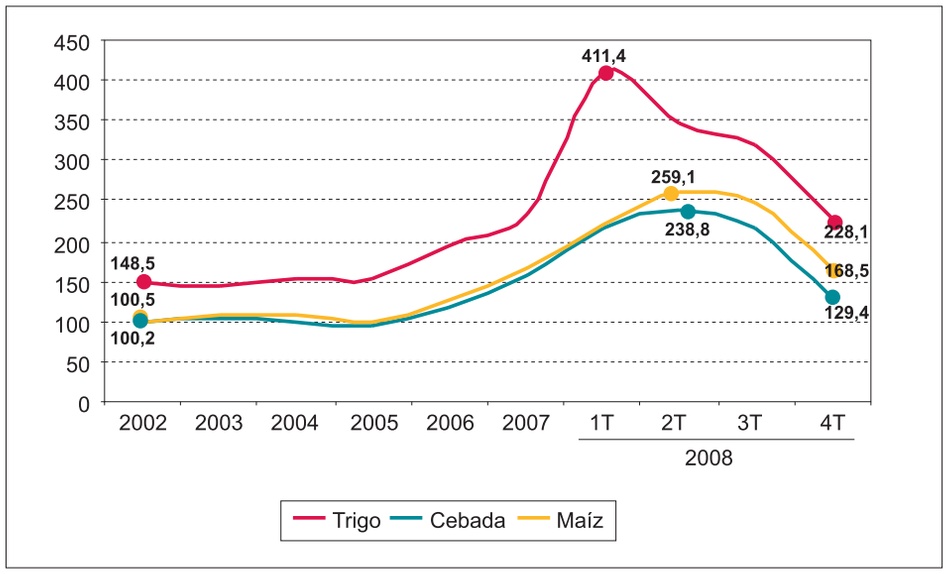
* Se incluyen cereales (arroz, cebada, maíz y trigo), aceites vegetales, tortas procedentes de aceites vegetales, carne, pescado, azúcar, plátanos y naranjas.

Fuente: Fondo Monetario Internacional. Elaboración propia.

[27] FAO (2008).
[28] Mitchell (2008).

Gráfico 30.
Precio de cotización internacional del arroz, trigo, cebada y maíz (2002-1T 2008). En dólares por tonelada

Fuente: FMI. Elaboración propia.



En este contexto, a continuación se presenta un análisis más detallado de las diversas causas que se esconden tras el aumento del valor de cotización de las materias primas de origen agrícola en el mundo. Tal y como se observa en el Gráfico 30, el arroz y el trigo han sido los dos productos cuyo precio ha mostrado un crecimiento acumulado más intenso desde el año 2002. El primero de estos cultivos no se utiliza como materia base para la obtención de bioetanol ni biodiésel, lo que ya de por sí permite extraer una primera conclusión de que los biocombustibles no constituyen el origen exclusivo ni mayoritario del problema. Por su parte, el maíz y la cebada han registrado unas variaciones del 67,7 y del 29,1%, respectivamente.

A nuestro entender, las causas son de naturaleza variada y compleja, y hay que buscarlas tanto en el ámbito de funcionamiento de los mercados como en cuestiones de política económica de diversos países:

1. **Reducción de los *stocks* como consecuencia de una demanda sostenida y un exiguo crecimiento de la producción;** hecho éste último que ha estado condicionado, en buena medida, por un descenso de la productividad de los cereales en los países desarrollados (véase Gráfico 31). Así, las existencias mundiales de cebada, trigo y arroz descendieron en 2007 respecto a 2003 un 19, un 9,6 y un 3,3%, respectivamente. En el caso del maíz (uno de los principales insumos en EEUU para la producción de bioetanol) el balance ha sido positivo (22,2%).
2. Otro factor a tener en cuenta se corresponde con la **caída de las exportaciones mundiales de trigo en 2007**, impulsada por el descenso de la producción de algunos de los principales países exportadores como Canadá, Ucrania y la UE-27, debido a condiciones climatológicas adversas. A ello hay que unir el notable declive de las exportaciones australianas durante tres años consecutivos (2005-2007).

3. Asimismo, algunos países han adoptado **medidas para restringir la venta de cereales y garantizar su suministro interno**, ante el temor de un escenario de desabastecimiento nacional:

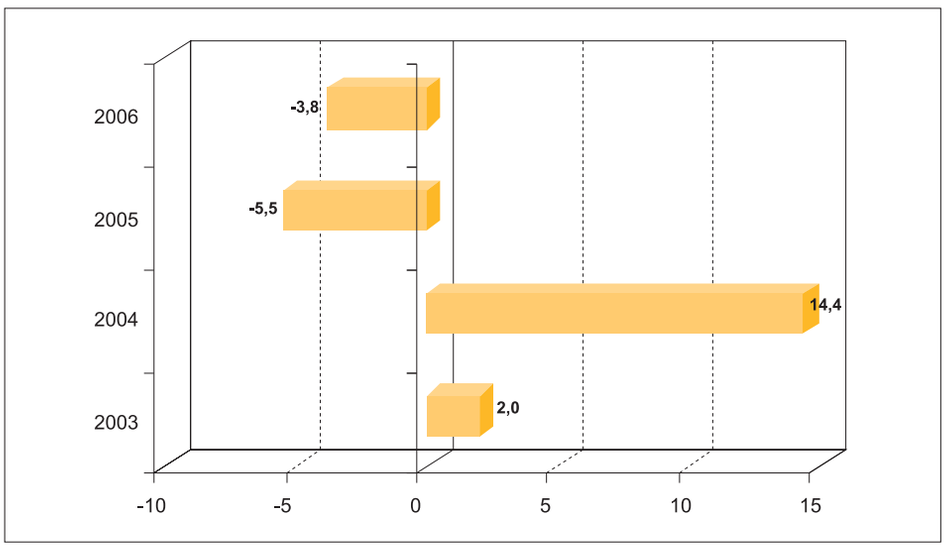


Gráfico 31.
Variaciones interanuales del rendimiento productivo de los cereales en los países desarrollados (2003-2006). En porcentaje

Fuente: FAO. Elaboración propia.

- **Prohibiciones de exportación**: India, Serbia y Ucrania vedaron las exportaciones de trigo. En lo que respecta al arroz, India, el tercer mayor exportador mundial, suprimió las ventas externas, al igual que Camboya, Egipto, Indonesia y Vietnam.
- **Restricciones a la exportación**: Argentina y Ucrania restringieron el volumen de trigo a exportar.
- **Imposición y aumento de impuestos a la exportación**. Argentina los incrementó al maíz y al trigo. Por su parte, Rusia y Kazajstán implantaron esta misma medida para el trigo.

4. No debe olvidarse tampoco el **descenso de la producción comunitaria de maíz en 2007**, motivada en buena medida por las malas cosechas de los países del Sureste de Europa como Bulgaria, Hungría, Rumania o Serbia; además, en un contexto caracterizado por caídas consecutivas de la producción comunitaria durante el trienio 2005-2007.

5. El clima de desconfianza surgido a raíz de la crisis de las subprime en los mercados financieros mundiales, el colapso de los mercados inmobiliarios y las perspectivas existentes ante revalorizaciones elevadas de estos productos, convergieron para desencadenar un **creciente interés por invertir en futuros en los mercados agroalimentarios**, incentivando al alza el precio de los mismos.

6. La **producción de biocombustibles** a partir de cereales representa un factor añadido, especialmente en un escenario de presión a la baja de los rendimientos productivos, como la acontecida en los países desarrollados durante el bienio 2005-2006, lo que ha terminado afectando negativamente a los *stocks* (Gráfico 32). No obstante, debe tenerse en cuenta que en la producción de bioetanol se genera un co-producto de alto valor añadido, denominado *granos de destilería* o DDGS (de trigo, maíz y cebada), que son sustitutivos parciales de los cereales en la elaboración de piensos; lo que contribuye a disminuir la demanda de éstos últimos y, por tanto, a aminorar el aumento de su precio.

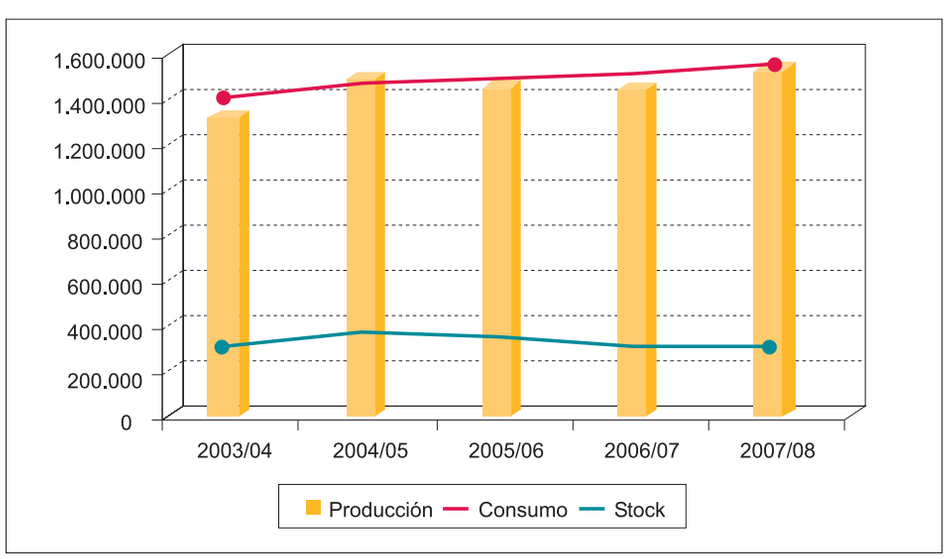
En este contexto, a principios de 2008 algunos países importadores redujeron o disminuyeron los aranceles a la importación, ante el incremento desmesurado de los precios de los productos agroalimentarios. Entre ellos cabe destacar la UE que, además de interrumpir temporalmente los gravámenes aduaneros para los cereales, ha suprimido el régimen de retirada de tierras que obliga a los agricultores a mantener un 10% de su área de cultivo sin sembrar; actuaciones que se han visto complementadas con la eliminación de las restituciones a la exportación.

7. La **depreciación del dólar** respecto a algunas monedas -como el euro- ha permitido reducir el coste de las importaciones, presionado al alza la demanda y, por tanto, los precios.

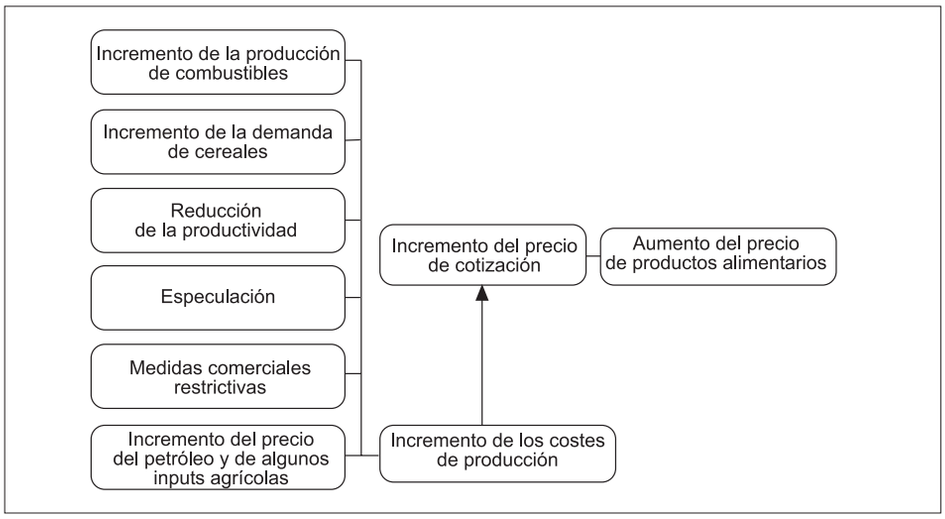
8. Por último, han de tenerse en cuenta otras causas que explican el comportamiento al alza de los precios de los cereales, aunque de forma más indirecta, empujando desde el lado de los costes de producción y distribución. Una de ellas es el incremento del **coste de transporte** y, por tanto, de los fletes marítimos, como consecuencia principalmente de la escalada que ha registrado el precio del petróleo. Otra es el encarecimiento de los costes de producción agrícolas, en especial de los fertilizantes, así como de las tareas mecanizadas cuyos equipos requieren consumir derivados del petróleo.

Puede decirse, en resumen, que no es del todo cierta la idea que se generalizó entre la opinión pública de que el desarrollo del sector agroenergético ha sido la causa del fuerte incremento del precio de las materias primas agroalimentarias. Como se ha expuesto, existen otros factores relativos tanto a la demanda como a la oferta que operan en el mismo sentido inflacionario. Asimismo, hay que subrayar que en la producción de bioetanol se generan subproductos de alto valor añadido para diferentes industrias, como es el caso del sector elaborador de piensos. Por ejemplo, por cada tonelada de cereal, además de obtenerse alrededor de 350 kilogramos de etanol, se origina una cantidad muy similar de granos de destilería.

Gráfico 32.
Producción, consumo y *stocks* mundiales de cebada, maíz y trigo (2003/2004 - 2007/2008).
En miles de toneladas



Fuente: *Foreign Agricultural Service* (Departamento de Agricultura de EEUU). Elaboración propia.



Cuadro 1.
Causas de la tendencia alcista de precio de cotización de los cereales (2006-2007)

8. Conclusiones

El desarrollo de los biocombustibles constituye una alternativa viable para sustituir parcialmente a la gasolina y al diésel, presentando múltiples ventajas: reduce la dependencia de suministro respecto a éstos últimos; contribuye a disminuir las emisiones de CO_2 a la atmósfera y de otros gases de efecto invernadero en determinadas condiciones de producción; fomenta la revitalización de las zonas rurales; y, por último, genera co-productos de alto valor añadido para industrias diversas. En contraposición, el uso para la producción de biocarburantes de materias primas con un destino tanto en alimentación animal como en la humana, especialmente en lo que respecta a los cereales, tiende a generar tensiones en los mercados agroalimentarios. Ello no significa que deba paralizarse el desarrollo del sector agroenergético mundial, pues el consumo de granos constituye una etapa transitoria, que debería remitir con la entrada en producción de los biocombustibles de "segunda generación", obtenidos a partir de materiales lignocelulósicos. De hecho, el sector privado está siendo un importante impulsor de la investigación en este ámbito, cuyo propósito es estudiar la viabilidad de emplear diversos tipos de biomasa (véase Tabla 9).

En Europa, las investigaciones para obtener materias grasas de orígenes diversos, como las microalgas o, como en el caso concreto de España, destinadas a medir el potencial productor de diferentes cultivos, son un camino que comienza a abrirse y que, en la medida que los precios del petróleo se mantengan en niveles elevados, se verán incentivadas para pasar a fases de producción a corto y medio plazo. A este respecto, hay que destacar que el Gobierno español anunció en enero de 2009 que va a destinar 23 millones de euros para poner en marcha dos centros de investigación, uno dedicado a cultivos energéticos no alimentarios y otro orientado a la producción de biocarburantes a partir de algas. Sin duda alguna, esta última fuente energética constituye la alternativa más sólida a largo plazo para producir biocombustibles a gran escala.

Como ya ha sucedido con otras materias y en diferentes países -se han explicado los casos de Brasil y EEUU-, el desarrollo de este mercado está muy vinculado a la intervención estatal. Interveción que puede venir del lado del incentivo al consumo de estos nuevos combustibles, o del incentivo a la producción.

Parece que la UE ha optado por un modelo mixto, en el que junto a las medidas favorecedoras de la oferta conviven otras destinadas a potenciar el consumo (como una fiscalidad reducida para los biocombustibles).

No obstante lo dicho, los países desarrollados deben mirar con lupa los desarrollos productivos en los países en vías de desarrollo, en los que diversas ONG denuncian cambios masivos en el uso del suelo, recalificaciones falsas de actitudes productivas de amplias extensiones de terrenos o, directamente, la expropiación forzosa de tierras para la puesta en cultivo de materias primas para la creciente industria transformadora norteamericana y europea.

En este contexto, debe ponerse de manifiesto que el progreso del sector agroenergético debe ir acompañado del desarrollo y la adopción de cultivos que proporcionen un mayor rendimiento, requieran de la aportación de menos insumos y cuyos frutos sean de una mayor calidad, incorporando características de alto valor añadido no sólo para los agricultores sino también para la industria procesadora. Todo ello con el objetivo de incrementar la productividad sin incurrir en un aumento desproporcionado de la superficie destinada a un fin bioenergético. Asimismo, la ingeniería genética ha de desempeñar un papel importante para que los cultivos contengan más biomasa y la descomposición del material lignocelulósico sea más fácil, lo que reduciría los costes de fabricación.

Finalmente, y aunque sea una obviedad, hay que insistir en que los biocombustibles no constituyen la panacea energética. No pueden por sí solos solucionar los problemas que en materia energética tenemos planteados a largo plazo. Eso sí, posiblemente formen parte de la solución, en la que un mix de diversas fuentes de energía convivan y compitan por unos mercados a los que no les cabe otra que ser más responsables en el uso de este bien del que tanto depende nuestra civilización.

TABLA 9.
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS EN FASE DE INVESTIGACIÓN PARA PRODUCIR BIOETANOL

Fuente: Waltz (2008). Elaboración propia.

Empresa	Materia prima
Abengoa (España)	Paja del maíz y del trigo, rastrojo de milo y pasto varilla (*switchgrass*)
Alico (EEUU)	Madera, residuos cítricos y jardinería
BioEthanol Japan (Japón)	Residuos de la madera
BlueFire Etanol (EEUU)	Paja del arroz, cebada, maíz y trigo
China Resources Alcohol Corporation (China)	Paja de maíz
Logen (Canadá)	Paja de cereales (arroz, cebada, maíz y trigo)
Lignol Innovations (Canadá)	Astillas de madera, paja de maíz y pasto varilla (*switchgrass*)
Mascoma (EEUU)	Pasto varilla (*switchgrass*) y madera
Range Fuels (EEUU)	Residuos de la madera
Verenium (EEUU)	Bagazo de caña de azúcar y madera

9. Bibliografía

- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2004): *Biofuels for Transport-An International Perspective.* París, OCDE.

- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES (2007): *Una obligación de biocarburantes para España: Las propuestas de APPA.* Madrid, APPA.

- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES (2008): *Capacidad, producción y consumo de biocarburantes en España. Situación y perspectivas*. Madrid, APPA.

- BANCO DE DESARROLLO DE BRASIL Y CENTRO DE GESTIÓN Y ESTUDIOS ESTRATÉGICOS, coord. (2008): *Bioetanol de la caña de azúcar*. Río de Janeiro, Banco de Desarrollo de Brasil.

- BRITISH PETROLEUM (2007): *British Petroleum Statistical Review of World Energy 2007*. British Petroleum.

- COMISIÓN EUROPEA (2001): *Libro Verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético.* Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

- COMISIÓN EUROPEA (2007): *The Impact of a Minimum 10% Obligation for Biofuel Use in the EU-27 in 2020 on Agricultural Markets*. Madrid, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural.

- DECISIÓN DEL CONSEJO 93/500/CEE, de 13 de diciembre de 1993, relativa al fomento de las energías renovables en la Comunidad (Programa Altener). *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* L 235, de 18 de septiembre de 1993; pp. 41-44.

- DECISIÓN DEL CONSEJO 98/352/CE, de 18 de mayo de 1998, sobre un programa plurianual de fomento de las energías renovables en la Comunidad (Altener II). *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* L 159, de 3 de junio de 1998; pp. 53-57.

- 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. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 123, de 17 de mayo de 2003; pp. 42-46.

- DIRECTIVA 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 283, de 31 de octubre de 2003; pp. 51-70.

- EUROPEAN BIODIESEL BOARD (2009): *Commission Investigation into US B99. EBB Request for Import Registration Examined Today by the EU Anti-Dumping Committee*. Bruselas, European Biodiesel Board.

- FAO (2008): *Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial: los desafíos del cambio climático y la bioenergía. Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas*. FAO.

- FLAMMINI, A. (2008): *Biofuels and the Underlying Causes of High Food Prices*. FAO.

- FERNÁNDEZ, J.; LUCAS, H. y BALLESTEROS, M. (2003): *Biocarburantes.* Haya Comunicación, Colección "Energías Renovables".

- GARCÍA, J. M. y GARCÍA, J. A. (2006): *Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol.* Madrid, Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía. Madrid, Confederación Empresarial de Madrid y Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid.

- GRASSI, G. (2005): *Low Cost Production of Bioethanol from Sweet Sorghum*. European Biomass Industry Association.

- LECHÓN, Y.; CABAL, H.; DE LA RÚA, C.; LAGO, C.; IZQUIERDO, L.; SÁEZ, R. M. y FERNÁNDEZ, M. (2006): *Análisis de ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase II. Análisis de ciclo de vida comparativo de biodiésel y diésel. Energía y cambio climático*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

- LECHÓN, Y.; CABAL, H.; LAGO, C.; DE LA RÚA, C.; SÁEZ, R. M. y FERNÁNDEZ, M. (2005): *Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase I. Análisis de ciclo de vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina. Energía y cambio climático.* Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

- LEY 12/2007, de 12 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural. *Boletín Oficial del Estado* (158); pp. 28.567-28.594.

- MALUENDA, M. J. (2006): "Biocarburantes y cultivos energéticos"; en *Boletín Económico de ICE* (2.897); pp. 29-39.

- MITCHELL, D. (2008): *A Note on Rising Food Prices*. Banco Mundial.

- ORDEN ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte. *Boletín Oficial del Estado* (248); pp. 41.170-41.174.

- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2007): *Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido.* Madrid, Mundi-Prensa.

- REAL DECRETO 1700/2003, de 15 de diciembre de 2003, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburantes. *Boletín Oficial del Estado* (307); pp. 45.961-45.971.

- REAL DECRETO 61/2006, de 31 de enero de 2006, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes. *Boletín Oficial del Estado* (41); pp. 6.342-6.357.

- REGLAMENTO (CE) nº 1782/2003 del Consejo, de 29 de septiembre de 2003, por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) nº 2019/93, (CE) nº 1452/2001, (CE) nº 1453/2001, (CE) nº 1454/2001, (CE) nº 1868/94, (CE) nº 1251/1999, (CE) nº 1254/1999, (CE) nº 1673/2000, (CEE) nº 2358/71 y (CE) nº 2529/2001. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 270; pp. 1-134.

- REGLAMENTO (CE) nº 2012/2006 del Consejo, de 19 de diciembre de 2006, que modifica y corrige el Reglamento (CE) nº 1782/2003 por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores, y que modifica el Reglamento (CE) nº 1698/2005 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). *Diario Oficial de la Unión Europea* L 384; pp. 8-12.

- REGLAMENTO (CE) nº 1413/2007 de la Comisión, de 30 de noviembre de 2007, que fija el coeficiente de reducción en lo relativo a la superficie por agricultor para la que se haya solicitado la ayuda a los cultivos energéticos para 2007. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 314; p. 6.

- RENEWABLE FUELS ASSOCIATION (2008): *Ethanol Industry Outlook 2007.* Renewable Fuels Association.

- RENEWABLE FUELS ASSOCIATION (2009): *Ethanol Industry Outlook 2008.* Renewable Fuels Association.

- ROBERTS, P. (2008): "Las reservas mundiales de crudo se agotan y la demanda no deja de aumentar. ¿Cuán cerca estamos del cenit en la producción de petróleo?"; en National Geographic (XXII, 6); pp. 28-33.

- RUTZ, D.; JANSSEN, R.; COELHO, S. T. y GUARDABAIS, P. (2008): Recommendations on Research Needs for Sustainable Bioful Production in Latin America. Recommendation. Ponencia presentada al International *Latin America-European Cooperation Workshop on "Sustainability in Biofuel Production",* 25-26 de septiembre de 2008; Sao Paulo (Brasil).

- SÁNCHEZ-MACÍAS, J. I., dir. (2006): *Desarrollo agroindustrial de biocombustibles en Castilla y León*. Valladolid, Consejo Económico y Social de Castilla y León.

- WALTZ, E. (2008): "Cellulosic Ethanol Booms Despite Unproven Business Models"; en *Nature Biotechnology* (XXVI, 1); pp. 8-9.

10. Recursos en Internet

- BASKET REFERENCE DE LA ORGANIZACIÓN DE PAÍSES EXPORTADORES DE PETRÓLEO (OPEP): http://www.opec.org/home (base de datos de precios del petróleo).

- DATACOMEX: http://datacomex.comercio.es (base de datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España).

- ECONOMIC RESEARCH SERVICE (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DEL GOBIERNO DE EEUU): http://www.ers.usda.gov (base de datos de producción de cultivos).

- ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (GOBIERNO DE EEUU): http://eia.doe.gov (base de datos sobre energía del gobierno estadounidense).

- EUROPEAN BIODIESEL BOARD: http://www.ebb-eu.org (base de datos sobre producción de biodiésel en la UE).

- EUROPEAN BIOETHANOL FUEL ASSOCIATION: http://www.ebio.org (base de datos sobre producción de bioetanol en la UE).

- EUROSTAT: http://epp.eurostat.ec.europa.eu (estadísticas de la Comisión Europea).

- FAOSTAT: http://faostat.fao.org/default.aspx?alias=faostat&lang=es (estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

- FONDO MONETARIO INTERNACIONAL: http://imf.org/external/index.htm (base de datos de precios de commodities).

- FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. US DEPARTAMENT OF AGRICULTURE: http://fas.uda.gov (base de datos de mercados mundiales y comercio de cereales).

- JOURNEY TO FOREVER: OIL YIELDS AND CHARACTERISTICS: http://journeytoforever.org/biodiesel_yield.html (estadísticas sobre biocombustibles y rendimientos de cultivos oleaginosos).

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PECUARIO Y ABASTECIMIENTO DE BRASIL: http:// www.agricultura.gov.br

- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE BRASIL: http://www.mme.gov.br (estadísticas de balance energético nacional).

- PETRÓLEO BRASILEIRO (PETROBAS): http://www2.petrobras.com.br/espacoconhecer/esp/EnergiasRenovaveis/EnergiasRenovaveis.asp

- RENEWABLE FUELS ASSOCIATION (EEUU): http://www.ethanolrfa.org (estadística de producción mundial de bioetanol y de co-productos derivados).

- TARIC: http://www.taric.es (información sobre comercio exterior, aranceles, legislación y aduanas).