

LOS BIOCARBURANTES

¿Una opción de futuro?



PILAR BARAZA SEGURA
MERITXELL LAO FRANCH
KENTIA MARISCAL ZAMORA
XAVIER SANTÓ DOMÍNGUEZ

ÍNDICE

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	5
PARTE I : INTRODUCCIÓN	
1. ¿Qué son los biocarburantes? ¿Cuáles son los principales? ¿Cuál es su finalidad?.....	8
2. Ventajas.....	9
3. Desventajas.....	10
PARTE II : DESARROLLO DEL PROYECTO	
1. Biocarburantes vs petróleo.....	13
a. Costes y subvenciones/inversiones de los biocarburantes.....	13
b. Comparativa de precios.....	22
c. Viabilidad actual (consumo actual, superficies.....)	25
d. Coste social (CO ₂).....	30
2. Biocarburantes en España.....	31
a. Obtención de las materias primas necesarias.....	32
b. Objetivos de consumo de biocarburantes.....	34
c. La demanda de carburantes.....	37
d. Visión global.....	40
e. Propuestas para impulsar el consumo de biocombustibles en España.....	43
3. Influencia de los biocarburantes en las variables macroeconómicas en los principales países productores.....	44
a. USA.....	44
b. Brasil.....	49
c. Argentina.....	51
PARTE III : RESULTADOS	
1. Conclusiones.....	55
2. Propuestas de mejora.....	57
PARTE IV	
1. Anexo.....	59
2. Bibliografía.....	66

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Durante los últimos años se ha especulado mucho acerca de la escasez del petróleo, el recurso energético más utilizado desde hace un siglo. Es por este motivo que ha surgido un nuevo sector basado en las energías renovables, las cuales intentan sustituir el petróleo como base energética.

El objetivo de este trabajo se inspira en la preocupación por la insuficiencia de este carburante y si puede llegar a ser sustituido por cualquier otra energía renovable. En particular, el proyecto se centra en un tipo de energía renovable: los biocarburantes, los más importantes de los cuales son el bioetanol y el biodiésel.

Para poder conseguir los resultados que obtiene esta investigación es preciso responder a una serie de preguntas: ¿es factible la sustitución del petróleo?, ¿Los biocarburantes tienen alguna ventaja respecto al petróleo?, ¿Se alcanzarán algún día los objetivos previstos?, etc.

Como el tema de los biocombustibles es muy amplio este proyecto se ha tenido que limitar para hacer un análisis más exhaustivo. Éste se centrará en un solo sector, el industrial, más específicamente en la sustitución del petróleo por biocarburantes en el sector automovilístico.

El análisis que se lleva a cabo, el cual está distribuido en tres partes, muestra la comparativa entre el petróleo y estos dos tipos de biocarburantes desde diferentes perspectivas económicas. Estas partes se clasifican en:

PARTE I: introducción al mundo de los biocarburantes y sus ventajas e inconvenientes.

PARTE II: estudio de la evolución de sus precios, sus costes, su viabilidad actual y sus perspectivas de futuro... Además se analiza su repercusión en España y en los principales países productores de los biocarburantes.

PARTE III: conclusión del estudio.

PARTE I

INTRODUCCIÓN

1. ¿Qué son los biocombustibles? ¿Cuáles son los principales? ¿Cuál es su finalidad?

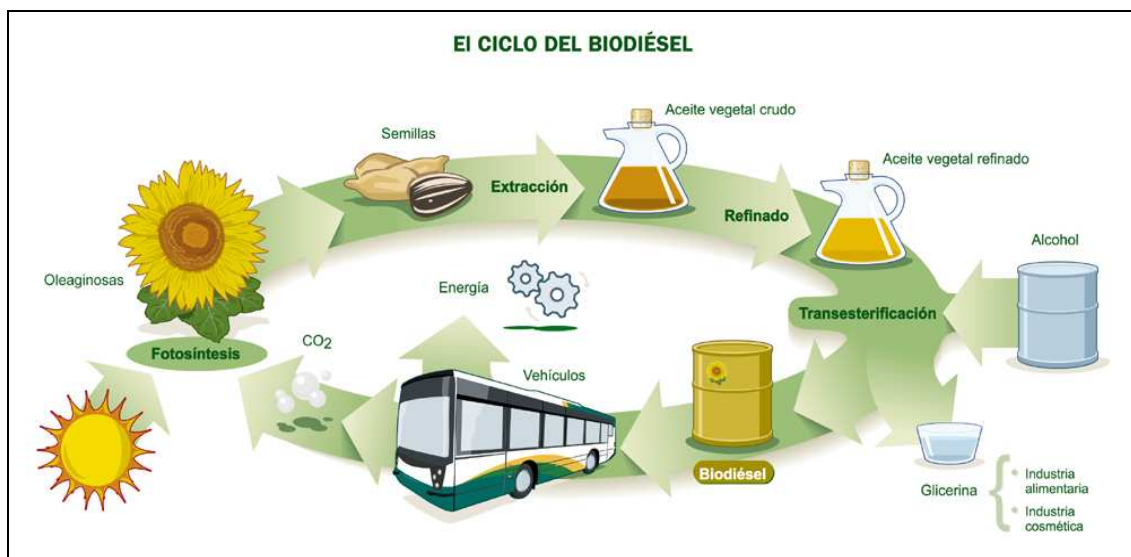
Los biocombustibles son aquellos combustibles energéticos que se obtienen directa o indirectamente de recursos biológicos (biomasa). Se pueden presentar tanto en forma sólida (residuos vegetales, fracción biodegradable de los residuos urbanos o industriales) como líquida (bioalcoholes, biodiésel) y gaseosa (biogás, hidrógeno).

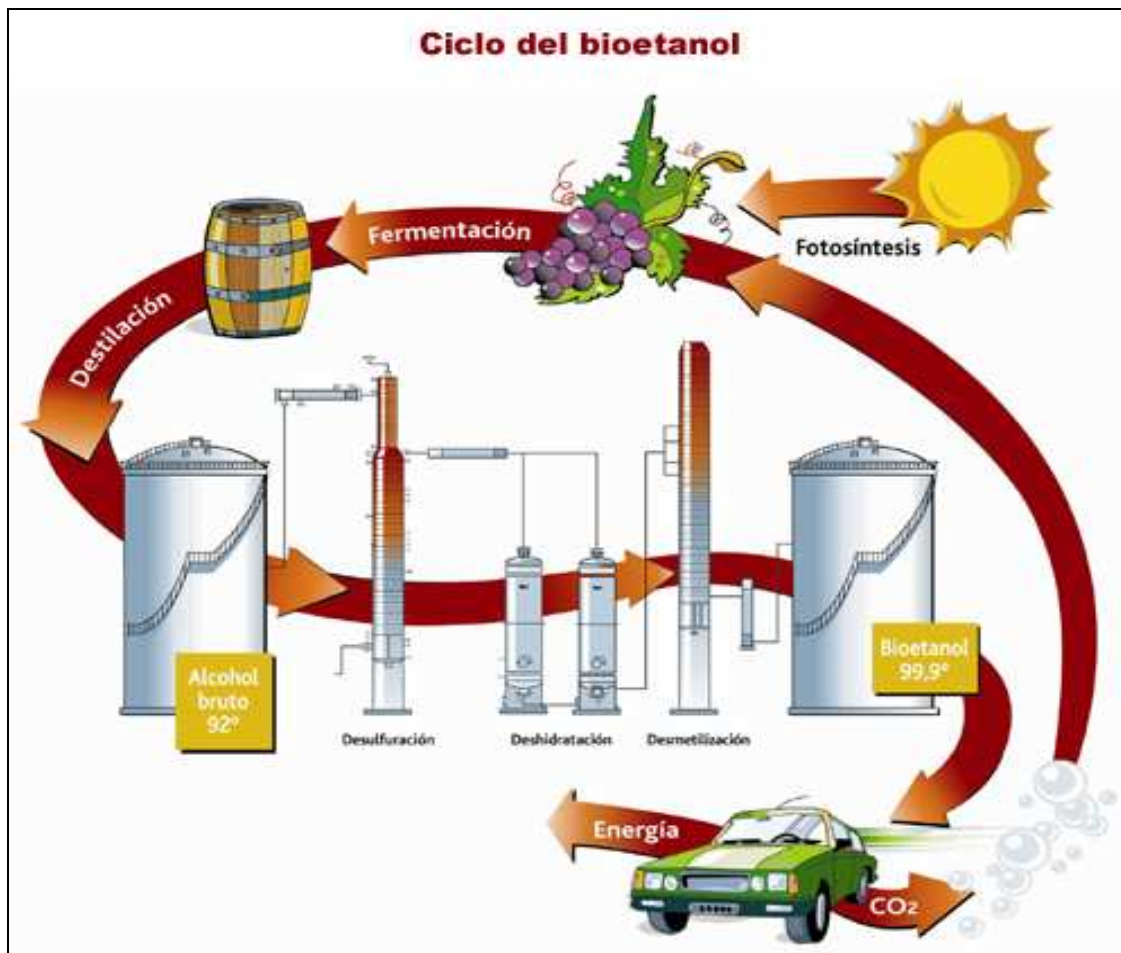
Los principales biocombustibles proceden de materias primas vegetales, de los que destacan dos tipos:

- el *biodiésel*, obtenido a partir de semillas oleaginosas (usadas para extraer aceite) como la soja, el maíz o el trigo. Es apto para sustituir de forma parcial o total el gasoil de los motores diesel.
- el bioetanol, obtenido fundamentalmente a partir de semillas ricas en azúcares como la caña de azúcar. En este caso, es adecuado para sustituir de manera parcial o total la gasolina.

La producción de estos combustibles está sujeta a amplias necesidades de terreno en el cultivo de sus materias primas y pueden mezclarse en mayor o menor proporción con los derivados del petróleo.

A continuación, se muestran los procesos productivos de ambos biocombustibles:





2. Ventajas de los biocarburantes

A. Ventajas técnicas

- a. Son recursos renovables, por lo tanto, no agotables.
- b. Mínimas diferencias en la potencia de los motores.
- c. Reduce el peligro de explosiones por emanación de gases durante el almacenamiento. Como consecuencia de ello, su transporte y almacenamiento es más seguro.
- d. Favorece el funcionamiento del circuito de alimentación y de la bomba de inyección (mayor lubricidad).
- e. No se requieren mayores modificaciones en los motores diesel convencionales para su uso, obteniéndose similares rendimientos.
- f. En el caso del biodiésel, es el único combustible alternativo que funciona en cualquier motor diesel convencional, sin ser necesaria ninguna modificación.

- g. Prolonga la vida útil de los motores del automóvil. Y además, evita los malos olores procedentes de los tubos de escape.

B. Ventajas ambientales

- a. Alta biodegradabilidad (28 días para descomposición completa).
- b. Supone una alternativa del uso del suelo que evita fenómenos de erosión.
- c. Reduce las emisiones de CO₂ en la atmósfera paliando así, los efectos del cambio climático.
- d. Al no contener azufre permite el uso de catalizadores para mejorar la combustión y minimizar la emisión de gases.
- e. A diferencia de los derivados del petróleo, que dependen de reservas fósiles, los biocombustibles proceden de materias primas vegetales renovables, lo cual tiene un efecto positivo sobre el efecto invernadero y sobre el cambio climático.

C. Ventajas socioeconómicas

- a. Permite la independencia de los países productores de vegetales del abastecimiento de combustibles fósiles por parte de los países productores de petróleo (en términos de macroeconomía).
- b. Los proyectos de inversión asociados a los biocarburantes constituyen una fuente potencial de nuevos puestos de trabajo.
- c. Mejora la cohesión económica y social y posibilita la creación de puestos de trabajo. Porque puede producirse a partir, de cultivos que abundan en nuestro país, como por ejemplo la soja.

3. Desventajas de los biocarburantes

A. Desventajas económicas

- a. Alto coste de las materias primas que elevan el precio final de los biocarburantes.

B. Desventajas técnicas

- a. Problemas de fluidez a bajas temperaturas (menores a 0°C).
- b. Escasa vida útil (período máximo de almacenamiento inferior a seis meses).

- c. Incompatible con una serie de plásticos y derivados del caucho natural.
- d. Cuando se utilizan en depósitos usados por el gasoil pueden terminar por obstruir las líneas de combustible.
- e. Existen diferencias en el consumo necesario para la combustión, ya que para cada litro de gasolina se necesita un 30% más de etanol.
- f. Los biocarburantes deben mezclarse en cualquier proporción con la gasolina.
- g. Cuando se usan en una proporción mayor al 5% es preciso reemplazar los conductos de goma del motor porque el biodiésel los corroe.

PARTE II

DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Biocarburantes versus petróleo

En este punto el análisis se centra en la comparación detallada entre los biocombustibles y el petróleo desde diversas perspectivas económicas.

a. Costes desde el punto de vista empresarial y subvenciones

a.1- Biocarburantes.

Para poder ver las diferencias entre estas dos fuentes de energía es importante comenzar a cotejar sus costes.

En primer lugar, se estudian los costes de producir biocarburantes según lo dictado por la Unión Europea en el año 2005¹. Para poder realizar un estudio más exhaustivo sobre éstos, se deben tener en cuenta diferentes variables que se especifican a continuación:

- Superficie necesaria. Los datos que se muestran en la tabla siguiente están expresados en hectáreas (ha).

	Superficie necesaria (ha)
Trigo	1.150.747
Soja	210.970
Colza	1.028.383
Pataca	233.719

- Materia Prima. En este caso, se muestran los costes de las tres materias primas vegetales en las que se centra este trabajo. El coste está medido en € por hectárea cultivada.

	Coste de Materia Prima (€/ha)
Trigo	517,19
Soja	1.207,47
Colza	542,96
Pataca	1.285,35

- Transporte de las materias primas. Está calculado el coste medio que supone transportar las materias primas.

¹ Estos costes son internacionales, es decir, están dictados por la UE y no tienen en cuenta los costes que se pueden ocasionar por el hecho de estar en una economía abierta (aranceles de cada país, impuestos, coste de transporte...)

	Coste transporte de M.P
Trigo	28.231.421
Soja	5.659.032
Colza	11.474.821
Pataca	133.377.732

- Transformación de la materia prima a biocarburante. Al pasar de una materia prima en estado sólido a un derivado líquido las unidades cambian a €/ litro.

Coste (€/litro)	bioetanol	biodiésel
Costes fijos (mantenimiento/personal)	0,2615	0,076
Costes variables	0,1233	0,046
Coste materia prima	0,3823	0,59
Coste transporte/distribución	0,0467	0,06
Coste total	0,631	0,745

Finalmente, teniendo en cuenta todos los costes anteriores se llega a que el coste de un litro de biodiésel es de 0,75€ mientras que un litro de bioetanol es de 0,63€. Estos costes finales no incluyen los beneficios que las empresas productoras puedan añadirle.

Hay que remarcar que los precios pueden oscilar de manera significativa entre los diferentes países dependiendo de muchos factores como subvenciones de las administraciones centrales, de la extensión del uso, de si son productores o importadores, etc.

Cabe destacar el hecho de que el precio de la materia prima es un factor relevante el cual aporta la mayor parte del coste total del litro del biocarburante.

Como ejemplo, y con relación al siguiente apartado del proyecto, se han obtenido los costes de producción de dos empresas españolas de este sector, una de ellas dedicada a la obtención del biodiésel y la otra a la de bioetanol. Estos datos se especifican en las fichas siguientes:

ÁREA TECNOLÓGICA: **BIOCARBURANTES**

APLICACIÓN: **Producción de biodiesel**

Aplicación que se encuentra dando sus primeros pasos en nuestro país.

OBJETIVOS ENERGÉTICOS (Área Biocarburantes):

- ENERGÍA PRIMARIA EQUIVALENTE (AÑO 2010): 1.971.800 tep/año

PROYECTO TIPO E HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN:

- Año de puesta en marcha: 2005
- Capacidad de planta: 50.000 t/año
- Total inversión equipos: 12,6 millones de euros
- Total inversión obra civil: 0,3 millones de euros
- Vida útil: 20 años

- **Ingresos adicionales:**
- Glicerina: 0,027 euros/l de biodiesel

- **Estructura de costes**
- Costes fijos (personal, mantenimiento y otros): 0,076 euros/l
- Costes variables (materias primas y energía): 0,046 euros/l
- Coste materia prima principal (aceite girasol): 0,59 euros/l
- Costes de transporte y distribución: 0,06 euros/l
- Total costes (sin beneficio industrial): 0,745 euros/l

INCENTIVOS FISCALES:

- Tipo cero del impuesto especial sobre hidrocarburos
- Desgravación fiscal equivalente al 10% de la inversión

ÁREA TECNOLÓGICA: BIOCARBURANTES

APLICACIÓN: Producción de bioetanol para E-5

Es una aplicación que representa el futuro inmediato del sector de producción de bioetanol.

OBJETIVOS ENERGÉTICOS (Área Biocarburantes):

• ENERGÍA PRIMARIA EQUIVALENTE (AÑO 2010): 1.971.800 tep/año

PROYECTO TIPO E HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN:

• Año de puesta en marcha: 2005
• Capacidad de planta: 200.000 m³/año
• Total inversión material: 136,1 millones de euros
• Total inversión inmaterial: 22,0 millones de euros
• Vida útil: 20 años

• **Ingresos adicionales:**

• DDGS y otros subproductos: 0,1828 euros/l

• **Estructura de costes**

• Costes fijos (personal, mantenimiento y otros): 0,2615 euros/l
• Costes variables (materias primas y energía): 0,1233 euros/l
• Coste materia prima principal (cereal): 0,3823 euros/l
• Costes de transporte y distribución: 0,0467 euros/l
• Total costes (sin beneficio industrial): 0,6310 euros/l

INCENTIVOS FISCALES:

• Tipo cero del impuesto especial sobre hidrocarburos
• Desgravación fiscal equivalente al 10% de la inversión

Se puede observar que España sigue las pautas dictadas por la UE ya que los costes de las industrias españolas son similares a los obtenidos para la media de la UE.

Influyen de manera directa en la producción las posibles subvenciones recibidas, así como los incentivos o las ventajas fiscales. A continuación se detallan los incentivos fiscales más importantes en España:

- Tipo cero del impuesto especial sobre los hidrocarburos.
- Desgravación fiscal equivalente al 10% de la inversión.

Además de estas facilidades fiscales, la Comisión Europea concede ayudas a los agricultores, en forma de subvenciones por valor de 45€ por hectárea utilizada para la producción de los biocombustibles. Se prevé que esta cifra ascienda hasta 70-75€ el próximo año con el objetivo de reducir los costes de adquisición de las materias primas por parte de las empresas productoras de biocombustibles. De esta manera, se incentiva

la producción y, a su vez, a los consumidores vía factor precio del litro del biocarburante.

Un aspecto negativo de ellas es que distorsionan los mercados, minan la producción mundial de alimentos y agravan los problemas actualmente existentes en el sector alimenticio. Por último, los incentivos para biocarburantes contravienen las estrategias a favor de las personas empobrecidas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y no tienen en cuenta la meta de conservación acordada en la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo para 2010, suponiendo un factor adicional muy grave de pérdida de biodiversidad.

Sin estas subvenciones, los biocombustibles no tendrían cabida en el mercado debido al elevado coste que supondría su producción.

a.2- Petróleo

Para realizar un análisis menos confuso, no se ha tenido en cuenta la diferenciación entre los combustibles procedentes del petróleo (gasolina sin plomo 95, gasoil, gasolina 98...) dado que del crudo se pueden extraer muchos derivados y el estudio se complicaría demasiado, y abarcaría más hojas de las disponibles para el trabajo.

Es por esta razón por la que se analizarán los costes de producir petróleo los cuales se muestran en la tabla siguiente:

	€/litro
Coste de extracción	0,022
Coste de refinación	0,010
Coste transporte más impuestos	0,102
Coste total	0,133

A partir de estos datos se puede observar que el coste de refinación del petróleo es el más económico, y por el contrario, el más caro es el coste de transporte, ya que en él se incluyen los impuestos, que hacen elevar este coste.

a.3- Comparativa de costes

A través de los datos expuestos en los dos apartados anteriores se puede ver que las unidades en las que están medidos los biocarburantes y el petróleo son diferentes (€/ha es incompatible la comparación frente a €/litro), por lo que se ha creído conveniente analizar los costes del ejemplo de las dos empresas españolas (expuestos anteriormente), con los del petróleo.

En primer lugar, se observa que los dos procesos productivos siguen un patrón similar: los costes de extracción del petróleo se pueden equiparar con los costes de obtención de materia prima de los biocombustibles; los costes de refinación comparables con los costes de transformación de la materia prima y, finalmente, los costes de transporte, comunes en los dos casos.

El coste de la materia prima de los biocarburantes supone el tanto por ciento más elevado del coste total, mientras que en el caso del crudo, el tanto por ciento del coste de extracción es el más bajo. Por otro lado, el coste de transporte es el coste más caro en el petróleo, mientras que ocurre lo contrario en el mercado de los biocarburantes, siendo este coste es más reducido.

Finalmente, se puede concluir que el coste total de la producción de petróleo (0,133€/litro) es menor que el coste de producir biocarburantes (aproximadamente 0,65€/litro).

b. Costes desde el punto de vista del consumidor

En este apartado se han realizado los cálculos necesarios para poder observar el coste que le supondría al consumidor el hecho de sustituir el carburante fósil por el biocarburante. Debido a las múltiples combinaciones posibles de precios que puede encontrarse el consumidor potencial en función del país en el que se encuentre, y como consecuencia a la imposibilidad de analizar todos los países existentes, se realizan los costes para el caso de un consumidor español como viene siendo habitual a lo largo del trabajo.

Se han analizado dos clases de coches (un vehículo estándar y uno de gama alta), con dos tipos de motores cada uno (uno de gasolina y uno de gasóleo). Además, se han tenido en cuenta tres tipos de ciclos de consumo (urbano, extraurbano y mixto) con un recorrido de 100 km. Las especificaciones técnicas, así como la energía necesaria que se usa para las características expuestas anteriormente, se muestran a continuación:

- Seat Ibiza

En esta primera tabla, se analiza el consumo del Seat Ibiza como coche estándar.

SEAT IBIZA			
1.4 85cv			
	Energía gasolina (mj)	Gasolina (litros)	E10 (litros)
Ciclo urbano 100km	280,5	8,5	8,75
Ciclo extraurbano 100km	171,6	5,2	5,36
Ciclo mixto 100km	211,2	6,4	6,59

2

A partir de los datos obtenidos (energía necesaria para el funcionamiento del coche) en la página oficial de Seat, se ha realizado un estudio donde se ha comparado el consumo en litros necesarios para recorrer 100km en los tres ciclos expuestos anteriormente. Observando estos datos se puede concluir que el consumo de E10 (10% bioetanol – 90% gasolina) es mayor que el del carburante fósil. Esta diferencia es mínima debido a que esta mezcla contiene muy poca cantidad de bioetanol, que provoca un aumento en el consumo. Esta diferencia se podría observar mejor con el E85 (85% bioetanol – 15% gasolina) pero no se ha analizado, ya que no tendría sentido debido a que los coches actuales no admiten esta mezcla y sería necesario el cambio a un motor *flexifuel*.

En la tabla siguiente, se muestran los mismos datos que en la tabla anterior, pero en este caso, el Seat Ibiza tiene motor diesel.

SEAT IBIZA			
1.4 TDI 80cv			
	Energía diesel (mj)	Diesel (litros)	Biodiésel (litros)
Ciclo urbano 100km	205,884	5,7	6,20
Ciclo extraurbano 100km	148,092	4,1	4,46
Ciclo mixto 100km	166,152	4,6	5,01

3

Los datos se han obtenido de la misma forma que en el caso anterior, y los cálculos realizados también.

En esta ocasión, el consumo de biocarburante sigue siendo mayor al del carburante fósil, y en este caso esta diferencia es más notable.

² Ver cálculos en anexo 1 tabla 1

³ Ver cálculos en anexo 1 tabla 2

SEAT IBIZA	Sin Plomo 95	Sin Plomo 98	E 10	Diesel	biodiésel
Coste urbano (€)	9,30	10,26	9,16	5,54	6,03
Coste extraurbano (€)	5,69	6,28	5,61	3,99	4,34
Coste mixto (€)	7,00	7,72	6,90	4,47	4,87

En esta tabla se muestran los costes en euros para el Seat Ibiza para todos los tipos de carburantes analizados. Estos datos se han obtenido del estudio realizado en el apartado de los precios en el año 2007 y del consumo expuesto anteriormente.

Como resultado del análisis llevado a cabo, se ha obtenido el coste en euros para poder recorrer una distancia de 100km en los diferentes ciclos.

El coste de la gasolina es superior al del E10 a pesar de que el consumo del biocombustible es mayor. Esto es consecuencia del bajo precio del bioetanol.

En cambio, el coste del biodiésel es superior al del gasóleo, debido a que el precio de los dos carburantes es idéntico pero el consumo en el caso del biodiésel es mayor.

- Volkswagen Touareg

A continuación, se realiza el mismo estudio que en el caso del Ibiza, pero para un coche de gama alta como es el Volkswagen Touareg.

VOLKSWAGEN TOUAREG			
4,2 I V8			
	Energía gasolina (mj)	Gasolina (litros)	E10 (litros)
Ciclo urbano 100km	669,90	20,3	20,91
Ciclo extraurbano 100km	382,80	11,6	11,95
Ciclo mixto 100km	488,40	14,8	15,24

VOLKSWAGEN TOUAREG			
5,0 V10 TDI			
	Energía diesel (mj)	Diesel (litros)	biodiésel (litros)
Ciclo urbano 100km	617,652	17,1	18,62
Ciclo extraurbano 100km	353,976	9,8	10,67
Ciclo mixto 100km	444,276	12,3	13,39

⁴ Ver cálculos en anexo 1 tabla 1 y 2

VOLKSWAGEN TOUAREG	Sin plomo 95	Sin Plomo 98	E 10	Diesel	biodiésel
Coste urbano (€)	22,21	24,50	21,88	16,62	18,09
Coste extraurbano (€)	12,69	14,00	11,95	9,53	10,37
Coste mixto (€)	16,19	17,86	15,95	11,96	13,01

5

Las conclusiones a las que se han llegado son las mismas para ambos coches, pero se ha de destacar que el consumo del coche de gama alta es mayor, por lo que la diferencia en el coste del carburante fósil y del biocombustible es más notoria.

Finalmente, des del punto de vista del consumidor, el E10 es más rentable que la gasolina, a diferencia del biodiésel que le es más caro. Sin embargo, des del punto de vista de las gasolineras, ocurriría de forma inversa. Es por este motivo que en todas las biogasolineras españolas, la venta del E10 no se lleva a cabo y la del biodiésel sí.

c. Subvenciones e inversiones en energías renovables

En este apartado, se hablará de las inversiones y subvenciones que hace el Estado Español en las energías renovables.

En primer lugar, se detallarán las inversiones que realiza el Estado en dichas energías. El ministerio de Industria, turismo y comercio aportará, a través del IDEA, 224 millones de euros, que serán gestionados por las Comunidades Autónomas, que contribuirán a su vez con 66 millones de euros adicionales.

Las actuaciones previstas en el Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) 2005-2007 y el PER 2005-2010, aprobados en verano de 2005 por el Gobierno, contarán en 2006 con una financiación mediante recursos públicos del orden de los 800 millones de €.

Esto supone el mayor esfuerzo presupuestario realizado hasta el momento en España para impulsar la eficiencia energética y las energías renovables, como cuestiones ineludibles y ligadas a la disminución de nuestra dependencia energética, al desarrollo de innovación tecnológica, a la mejora de la productividad y al freno del cambio climático.

Este esfuerzo tiene un gran alcance en lo que se refiere a eficiencia energética, ya que se multiplican por ocho los recursos públicos que hasta ahora se habían dedicado a actuaciones de esta naturaleza.

El departamento de José Montilla aportó a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), un total de 224 millones de euros, que

⁵ Ver cálculos en anexo 1 tabla 1 y 2

serán gestionados directamente por las Comunidades Autónomas, las cuales aportarán a su vez, dentro de este programa, 66 millones de euros adicionales.

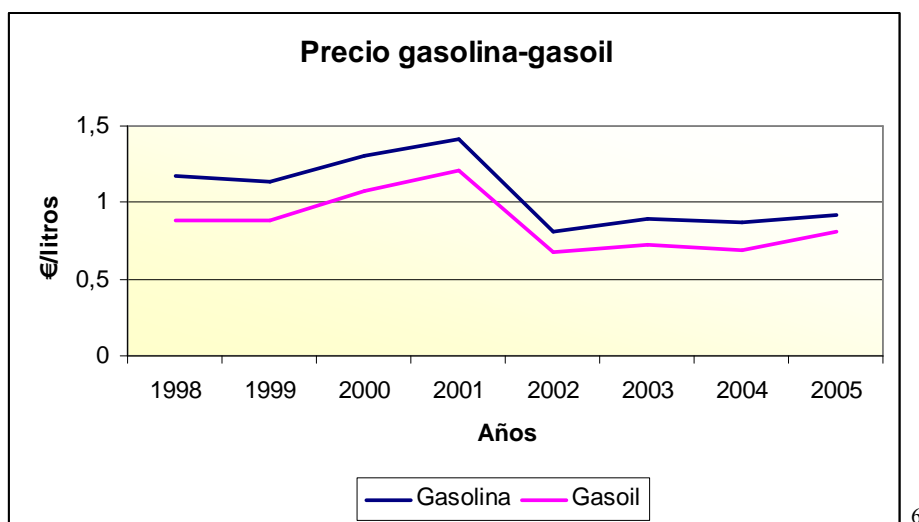
Así mismo, de los 290 millones de euros que suman ambas aportaciones, 264 millones de euros se asignarán a actuaciones de ahorro y eficiencia energética y 26 millones de euros a medidas de fomento de las renovables.

En segundo lugar, detallar la única subvención que la Unión Europea destina a las energías renovables, concretamente en los biocarburantes. Esta subvención es de 45 euros por hectárea y año para superficies sembradas con cultivos energéticos, cantidad que algunos agricultores consideran baja.

b. Comparativa de los precios

Siguiendo con la comparativa exhaustiva entre el petróleo y los biocarburantes, uno de los factores que evidencia su diferencia son los precios.

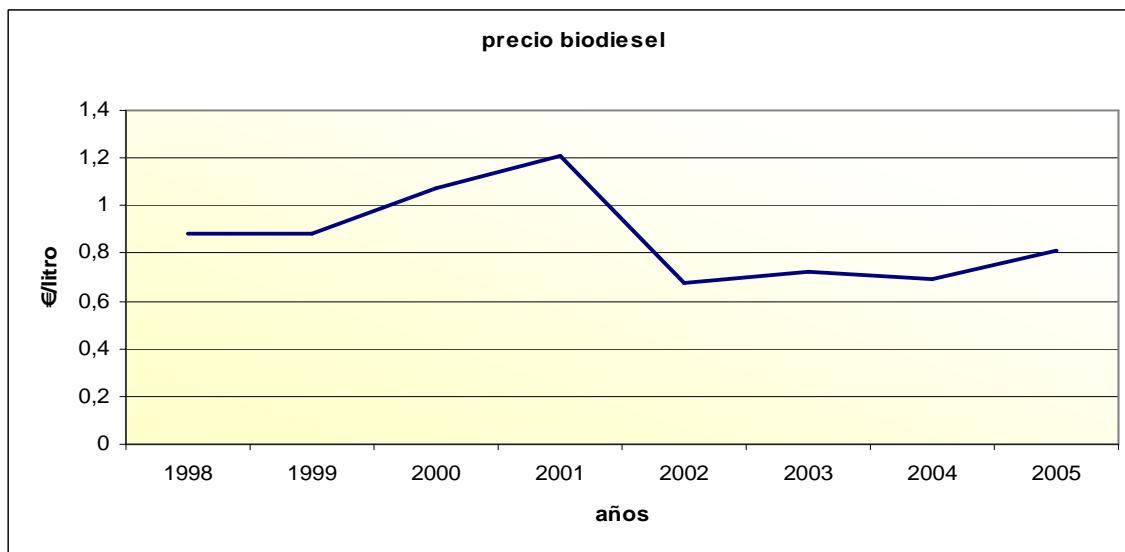
En el caso de los combustibles fósiles y durante el período analizado en la gráfica siguiente se puede observar que el precio de la gasolina se mantiene siempre a niveles superiores a los del precio del gasoil debido a que el impuesto que recae sobre la gasolina es de mayor cuantía que sobre el diesel. Sino se añadieran los impuestos sobre los precios de los combustibles fósiles se podría mostrar como el precio del gasóleo es superior al de la gasolina, contrariamente a lo que se refleja cuando se han añadido los impuestos.



Por otra parte, fuera de lo que cabría esperar, el precio del biodiésel es el mismo que en el caso del diesel que hemos analizado. En este caso, tal y como se muestra en el

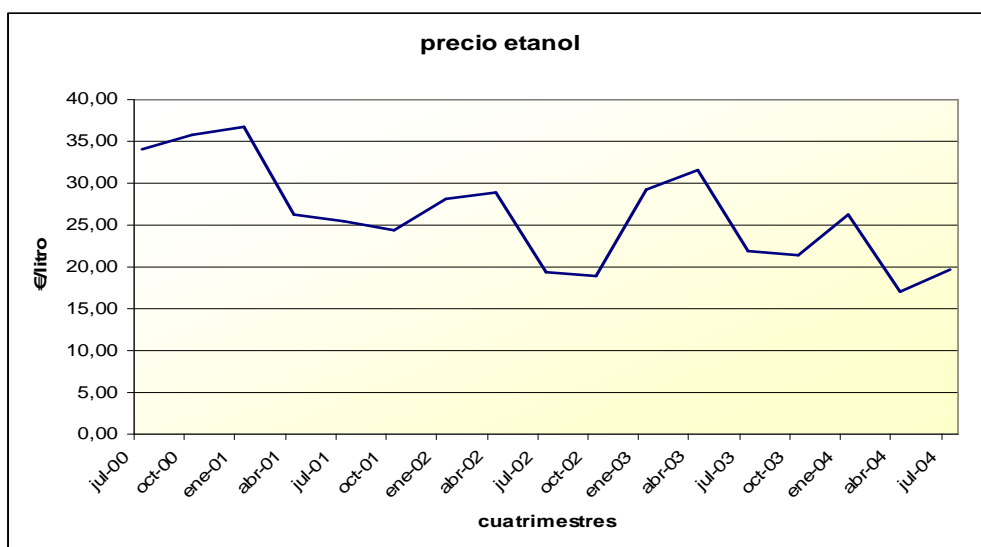
⁶ Fuente: Ministerio de industria, turismo y comercio.

gráfico, el precio se mantiene en la mayoría de los años en 80 céntimos el litro de biodiésel exceptuando el aumento del precio del año 2000 que tiene un precio de 1,2 euros el litro.



7

En cambio, el precio del etanol durante el periodo analizado es menor que el precio de la gasolina y del gasóleo en todo momento e inclusive del precio del biodiésel. Este precio tiene su punto máximo en enero del año 2000 donde su precio se sitúa en un valor de 35 céntimos de euro el litro. Al final del período analizado en la gráfica puede observarse como el precio del etanol tiende a disminuir llegando a producirse una bajada en el precio de aproximadamente un 50% en 2004 alcanzando un precio de 20 céntimos de euro el litro de etanol.



8

⁷ Fuente: Ministerio de industria, turismo y comercio.

⁸ Cálculos realizados en el anexo 1 tabla 3

A diferencia de los otros combustibles donde su precio es el que llega al consumidor, en el caso del etanol, no es este el precio que llega el consumidor debido a que este combustible debe ser mezclado con gasolina para poder ser utilizado en el sector automovilístico.

También es importante destacar que en el caso del etanol, el precio de éste es variable dependiendo del país donde se produzca y de la materia prima utilizada. En EE.UU. el precio es más elevado porque usan maíz para la producción de este biocombustible. En cambio, en Brasil que obtienen el etanol a partir de la caña de azúcar el precio del biocombustible es menor. Esto se puede observar en la gráfica siguiente:



En ésta se muestra el comportamiento comparado entre el precio del azúcar en el mercado internacional y el precio del etanol en el mercado interno de Brasil. En este puede verse que ambos productos están relacionados totalmente. Los precios siguen una misma tendencia debido precisamente a que la producción de etanol en este caso depende totalmente de la caña de azúcar.

Finalmente, a partir de todo lo expuesto anteriormente se puede extraer que los precios del petróleo y de los biocombustibles siguen tendencias totalmente diferentes. Mientras el precio del petróleo sus precios tienden a elevarse a la larga, los biocombustibles tienen precios con tendencia a la baja.

Por otra parte, también es preciso destacar el hecho de que sobre los precios del petróleo recae un impuesto que prácticamente hace doblar el precio de éste y que en las gráficas anteriores ya se ha tenido en cuenta este impuesto. En cambio, sobre el precio

de los biocarburantes no recae ningún tipo de impuesto sino todo lo contrario, reciben una serie de subvenciones que hacen que éste sea más bajo.

A partir del análisis realizado de los precios llegaríamos a la conclusión de que es mejor producir biocarburantes que gasolina o diesel. Sin embargo, este factor no es determinante para valorar que producto sale más rentable ya que deben de tenerse en cuenta una serie de factores que el precio ignora y que se analizan en el apartado siguiente llamado *viabilidad actual*.

c. Viabilidad actual

En este apartado se analiza la posibilidad que tienen el etanol y el biodiésel de ser sustitutivos de los derivados del petróleo a corto plazo.

Para ello, se estudiarán variables económicas de los biocombustibles y el petróleo, como son la producción y el consumo mundiales, la capacidad de abastecimiento... Además, se realizarán una serie de cálculos para poder hacer una equivalencia entre los dos tipos de fuentes de energía.

Antes de proseguir con el estudio, se debe hacer referencia a ciertas medidas de convertibilidad, dado que el petróleo y los biocombustibles se evalúan de forma diferente: el petróleo es medido por barriles⁹, tal y como dicta la OPEC¹⁰.

Sin embargo, los biocarburantes se miden en litros, así que para poder compararlos se necesita saber a cuántos litros equivale un barril de crudo. La respuesta es que un barril de oro negro son 159 litros.

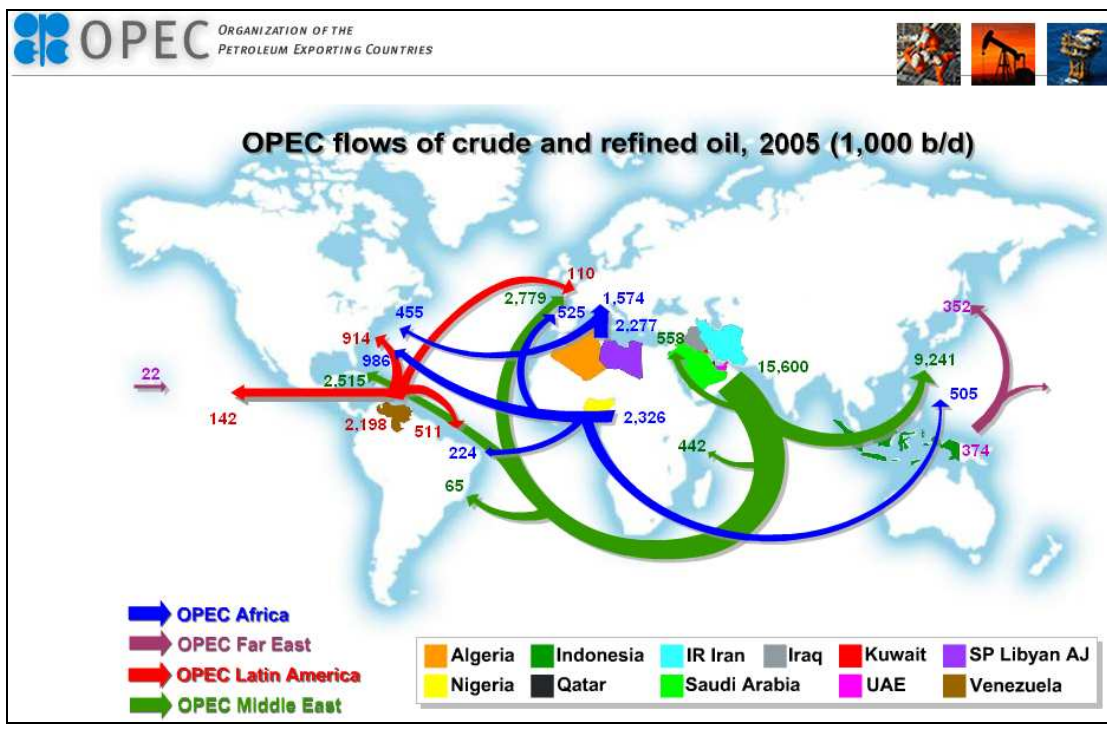
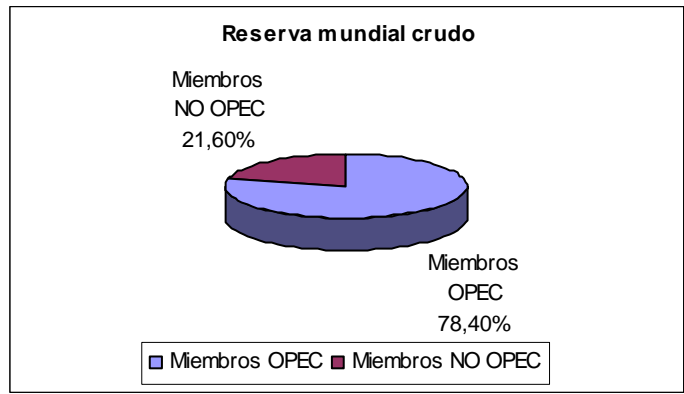
Otro aspecto a destacar es que en este apartado no se diferenciará entre gasolina o gasóleo, sino que se englobarán en los términos petróleo o crudo.

A continuación, se procederá con la investigación de la viabilidad. Se partirá de la exposición de los datos del petróleo y, después, se contrastarán éstos con las referencias de los biocombustibles.

A finales del año 2005, según la OPEC, las reservas de petróleo se estimaron en más de un trillón de barriles, de los cuales un 78,4% se encuentran en los países miembros de la OPEC. Por tanto, es lógico pensar que la OPEC tiene el monopolio de esta fuente de energía. Esta gran proporción se puede apreciar en el gráfico siguiente:

⁹ Desde que el petróleo empezó a comercializarse a gran escala, en el siglo XIX, se usa el barril como unidad de medida del crudo. Un barril equivale a 42 galones estadounidenses o a 159 litros si se escoge el sistema internacional. En algunos casos, el petróleo también se puede medir por toneladas, donde cada una de ellas equivale a 7,33 barriles (según datos de la OPEC).

¹⁰ OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries (*Organización de los países exportadores de petróleo, OPEP*).



Como dato adicional, en el mapa mundial situado sobre estas líneas, se pueden observar los once países que forman la OPEC, los cuales se especifican en la leyenda del mapa, y los flujos de barriles que éstos realizaron por día en el 2005.

En este mismo año, la producción mundial de crudo ascendió a 71,8 millones de barriles por día, de los cuales 30,7 millones fueron producidos por la OPEC, es decir, un 42,7% del output total mundial. Seguidamente, se exponen en un cuadro los principales productores de crudo mundiales:

PAÍS	PRODUCCIÓN CRUDO (1,000 barriles/día)
Arabia Saudí	9,353
Rusia	9,148
USA	5,121
Irán	4,092
China	3,617

Según las referencias del OWEM (OPEC's World Energy Model), la demanda total de petróleo es de 76 millones de barriles por día. Si el crecimiento económico sigue ascendiendo a este ritmo, se estima que en 2010 la demanda crezca hasta los 90,6 millones b/d¹¹ y en 2020 hasta los 103,2 millones b/d.

Aunque la sociedad actual piensa que el petróleo es una fuente de energía que permitirá la subsistencia a largo plazo, lo cierto es que es un supuesto erróneo. El crudo es un recurso limitado y la OPEC ha estimado que existen suficientes reservas que permitirían abastecer la demanda de petróleo sólo los próximos 80 años. Cabe anotar que si la demanda sigue creciendo (tal y como se ha predicho), esta fecha se puede reducir a 60 años.

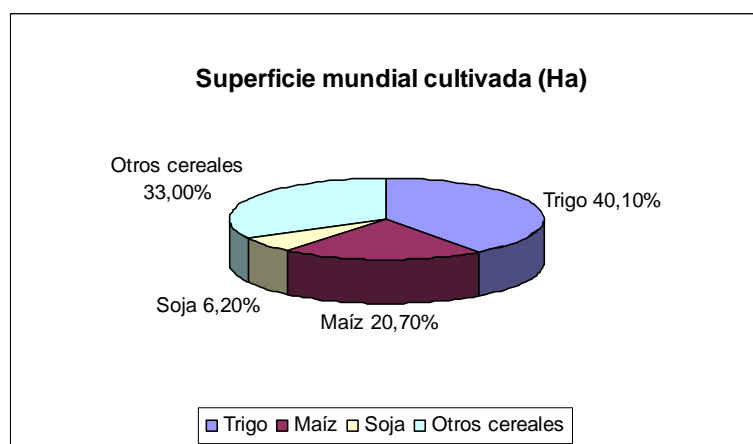
Es por esta razón, que ha surgido una gran preocupación por encontrar otros recursos que permitan reemplazar este carburo sin reducir el poder energético que proporciona. La opción que plantea este proyecto es estudiar si los biocarburantes pueden ser un sustitutivo rentable para los derivados del crudo. A continuación, se exponen los datos correspondientes a éstos.

Como se ha comentado en la introducción, la fuente de donde se extraen los biocarburantes son, principalmente, los vegetales. En concreto, nuestro estudio se ha centrado en el maíz, trigo y soja, los cuales son los cereales que más se destinan a esta *nueva* fuente de energía.

En la tabla y el gráfico siguientes se puede observar la superficie mundial cultivada destinada a cereales y el tanto por ciento correspondiente a los tres tipos de cereales analizados:

PRODUCTO	SUPERFICIE (Ha)	%
Trigo	270.790.344	40,10%
Maíz	139.681.860	20,70%
Soja	42.070.697	6,20%
Otros cereales	222.862.515	33,00%
TOTAL	675.405.416	100%

¹¹ b/d significa barriles por día



Para poder saber si se puede llegar a sustituir petróleo por biocarburantes, se necesitan ciertos datos:

A continuación se detallan el número de toneladas de cereal que se obtiene por cada hectárea cultivada y el número de toneladas de biocarburante que se alcanza con dicha hectárea¹².

PRODUCTO	TONELADAS/Ha	SUPERFICIE (Ha)	TONELADAS
Trigo	1,47	270.790.344	398.061.806
Maíz	5,7	139.681.860	796.186.602
Soja	2,25	42.070.697	94.659.068

Superficie necesaria para un millón de toneladas biocarburante (Ha)		
Trigo	Soja	Maíz
1.150.747	210.970	1.028.383

Superficie necesaria para una tonelada biocarburante (Ha)		
Trigo	Soja	Maíz
1,151	0,211	1,028

Para poder afirmar que los biocarburantes pueden ser sustitutivos perfectos del petróleo se debe encontrar un paralelismo entre las toneladas de biocarburante obtenidas con litros de crudo¹³.

¹² Fuente: FAO

Hay que tener presente que estos datos dependen de cada país debido al clima, uso fertilizantes, técnicas de cultivo, nivel de explotación de la tierra... Los datos facilitados por la FAO incluyen el uso de fertilizantes y es un promedio de la explotación mundial de la tierra.

¹³ Los cálculos requeridos para extraer estos resultados se encuentran en el anexo 1 tabla 4,5 y 6

Seguidamente se muestra una tabla con las equivalencias entre una tonelada de maíz, trigo y soja y litros o barriles de crudo junto con sus respectivas toneladas de biocarburoante:

	Barriles petróleo	Litros	toneladas biocarburoante
1 Tonelada MAÍZ	2,623	417,01	0,33
1 Tonelada SOJA/TRIGO	2,448	389,15	0,308

Otro dato que interesa es el consumo diario mundial de esta fuente de energía. Éste se estima en 76 millones de barriles por día, unos 12.084 millones de litros diarios.

En la siguiente tabla se pueden observar los millones de toneladas y la superficie necesaria equivalentes a la demanda mundial:

Producto	Toneladas	Superficie
Maíz	$2,897 \cdot 10^{13}$	$5,083 \cdot 10^{12}$
Trigo	$3,104 \cdot 10^{13}$	$2,112 \cdot 10^{13}$
Soja	$3,104 \cdot 10^{13}$	$1,379 \cdot 10^{13}$

Es decir, para poder satisfacer la demanda mundial diaria de petróleo se necesitarían, por ejemplo, $2,897 \cdot 10^{13}$ de toneladas de maíz, o su equivalente en superficie, unas $5,083 \cdot 10^{12}$ hectáreas.

Dado que la superficie total mundial cultivada sólo asciende a $6,75 \cdot 10^8$ hectáreas, se puede concluir que resulta no factible el hecho de poder sustituir de forma perfecta el petróleo por biocarburoantes.

Es más, para poder reflejar la magnitud de este dígito, la superficie total terrestre es de $1,323 \cdot 10^{10}$ hectáreas, una cifra todavía muy inferior a la que requeriría cualquiera de los tres cereales analizados.

Por tanto, después de este análisis exhaustivo y detallado de la equivalencia entre petróleo y biocarburoantes, podemos llegar a la conclusión que los biocarburoantes vegetales no pueden ser sustitutivos *perfectos* del crudo si la demanda mundial de este producto se mantiene constante o incrementa. Esta conclusión, sin embargo, no excluye la posibilidad que los biocombustibles, junto con otras fuentes o recursos alternativos, puedan conseguir el poder energético proporcionado por el petróleo.

d. Coste social. Ahorro en CO₂

En este apartado se analiza el coste social causado por la reducción del CO₂. La disminución de emisiones de CO₂ que harían paliar el efecto invernadero ha generado que muchos países firmaran el Protocolo de Kyoto, del cual España forma parte. En dicho protocolo se está enfocando a los biocarburantes como la solución para alcanzar los objetivos marcados.

unidad	Kg/CO ₂
1 litro gasolina	2,35
1 litro gasoil	2,64
1 litro biodiésel	2,112
1 litro bioetanol (E85)	1,645

A partir de los datos que muestran las emisiones de CO₂ en Kg por cada tipo de carburante (tanto fósil como bio), se han analizado las emisiones de los coches estudiados en los apartados anteriores.

La tabla siguiente muestra las emisiones de CO₂ para los dos tipos de coches analizados anteriormente:

	<i>emisiones CO₂ gr/km</i>			
	Gasolina	Gasoil	Bioetanol	biodiésel
Seat Ibiza	156	124	108,4	105,8
Touareg	275	329	250,7	282,8

	<i>diferencia de emisión CO₂ kg/100km</i>		<i>€/100km</i>	
	gasolina - bioetanol	diesel - biodiésel	Coste social bioetanol	Coste social biodiésel
Seat Ibiza	2,43	1,82	0,1	-0,4
Touareg	4,76	4,62	0,24	-1,05

En esta última tabla, se observan dos cosas:

- La diferencia de emisión de CO₂ en kg por 100km recorridos en un ciclo mixto.
- El coste social en euros de esta diferencia para el consumidor.

A partir de estas tablas se puede deducir que, para el caso del biodiésel no resulta factible: para ahorrar 1.82 kg de CO₂ a los 100km, el usuario del Seat Ibiza afronta unos costes agregados de 0.40€; mientras que el bioetanol sí saldría rentable. Para un usuario de un coche de gama alta, los resultados son los mismos pero en mayores proporciones.

2. Los biocarburantes en España

En este apartado se intentará analizar con mayor detalle cual es la situación de los biocarburantes dentro la economía española, cual es la oferta y demanda general de combustibles (tanto fósiles como biocarburantes) y cuales son las perspectivas de futuro.

España es el mayor productor de bioetanol de la Unión Europea. Según el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se produjeron en el año 2003 unas 152.000 toneladas de bioetanol, esta cantidad producida ha ido aumentando hasta alcanzar en el año 2006 las 239.489 toneladas. Este aumento de un 57.55% de la producción en solo tres años muestra la creciente situación de un mercado en plena expansión.

Las tablas¹⁴ siguientes muestran cual es la oferta para cada uno de los dos principales biocarburantes producidos en España (bioetanol y biodiésel) la capacidad de producción correspondiente al año 2006, así como su ubicación dentro de la geografía española. Es importante destacar que en España sólo se reconocen legalmente como biocarburantes los citados con anterioridad.

Plantas bioetanol	Provincia	Capacidad (Tm/año)	Puesta en Marcha
Ecocarbur. Españoles	Murcia	118,000	2000
Bioetanol Galicia	A Coruña	139,000	2002
Biocarb. Castilla León	Salamanca	158,000	dic.2005
	Total	415,000	

Plantas biodiésel	Provincia	Capacidad (Tm/año)	Puesta en Marcha
Stocks del Vallés	Barcelona	6.000	2002
Bionor Transformac.	Álava	30.000	2003
Bionet Europa	Tarragona	50.000	2004
IDEA	Madrid	5.000	2004
biodiésel Castilla LM	Toledo	13.000	2005
Biodiésel Caparroso	Navarra	35.000	2005
Bionorte	Asturias	5.000	2005
Biocarb. Almadén	Ciudad Real	21.000	2005
Gebiosa	Cantabria	150.000	2005
Grup Ecològic Natural	Baleares	7.000	2005
	Total	322.000	

¹⁴ Oferta de biocarburantes para España. www.biocarbuweb.es // www.appa.es
En el anexo 2 tabla 7. Está la producción de otros países de la UE para comparación

A nivel de España, se puede decir que la producción de los biocarburantes, como el bioetanol, se utiliza el cereal como materia prima base, mientras que el biodiésel, proviene mayoritariamente de los aceites extraídos de plantas oleaginosas, del girasol y de la colza principalmente, aunque sigue habiendo una utilización significativa de aceites usados. Las oleaginosas se importan de Europa para obtener la proteína, debido a que Europa es deficitaria en este aspecto, y luego los aceites son reexportados fuera de la UE. La utilización de los mismos para la fabricación de biodiésel da, por tanto, salida interior para dicho producto, evitando así la reexportación.

Cabe destacar que está en estudio la utilización de bioetanol y biometanol en el proceso de obtención de dichos aceites para la producción de biodiésel, al igual que el desarrollo de cultivos específicos para fines energéticos, no alimentarios.

La producción de biodiésel a partir de aceites usados se encuentra vigente en España, sobre todo en Cataluña. Surgió para dar salida a dicho residuo ya que, a raíz de cierta crisis de pollos belgas, no podía ser destinado a la fabricación de piensos para animales, como había sido utilizado hasta entonces. Su utilización para la fabricación de biodiésel, en este caso, supone un aprovechamiento de este residuo, así como contribuye en el medio ambiente de manera positiva. Hay que mencionar que la utilización de aceites usados presenta unas mayores dificultades logísticas para su recogida, así como en el control y manipulación debido a su carácter de “residuo”. En España, dicha recogida no está siendo promovida por la Administración Central, a pesar de que ciertas leyes establecen la prohibición de verter aceites usados. No será tratado en este estudio debido a la poca cantidad de biocarburantes producida a partir de dichos aceites, centrándose pues en la producción a partir de cereales (bioetanol) y de plantas oleaginosas (biodiésel).

La utilización de grasas animales, surgió de nuevo a partir de la prohibición de su uso en la cadena alimentaria, en este caso, en la producción de pienso. A nivel de España esta tecnología no se encuentra desarrollada, no habiendo pues producción de biocarburantes a partir de dicha materia prima.

a. Obtención de las materias primas necesarias

Los productores de biocarburantes españoles pueden acudir a cuatro fuentes distintas de materias primas básicas:

1. Las materias primas subvencionadas por la PAC. (Política agraria común).
2. Los mercados internacionales.

3. Cultivos energéticos (no alimentarios) que reciben ayudas a las tierras de retirada.
4. La fracción biodegradable de los residuos urbanos e industriales.

Los principales problemas de las dos primeras fuentes, son su elevado precio, ya que la compra en los mercados internacionales tiene un coste similar al producto europeo una vez subvencionado. Estos costes representan una buena parte del coste total del proceso productivo de los biocarburantes. Hay que tener en cuenta las fluctuaciones a las que están sujetos dichos mercados pues pueden, muy bien, alterar las estructuras de coste de los biocarburantes de un período al siguiente. Destacar que en el caso de España, gran parte de la industria se aprovisiona a partir de los excedentes agrarios, que son relativamente más baratos, aunque mantienen la influencia de las fluctuaciones de precios, así como de disponibilidad.

Para poner un ejemplo, de la dificultad y los costes (esfuerzo, tiempo...) que representa para un productor de biocarburantes la compra de materias primas básicas, en los mercados internacionales, se realiza a continuación una breve descripción que pretende remarcar este hecho.

Cuando un productor de biocarburantes, en general, quiere abastecerse en mercados internacionales tiene que acudir a las diferentes regiones productoras a escala mundial, analizando dónde se da la materia prima más adecuada para su proceso productivo. De las posibles materias válidas, debe analizar las condiciones de venta y precio para cada país/mercado, analizando el efecto de aranceles, tratados de libre comercio.... Por último, es preciso negociar las condiciones de compra con el productor de materia prima en cuanto a almacenamiento, fletes, seguros, garantías, transporte, permisos y un largo etc.,.

En relación con las tierras de retirada, existen subvenciones específicas para los agricultores, recogida en el denominado Plan de Fomento de las Energías renovables. El desarrollo de los biocarburantes, ligado a las mismas, ha originado importantes variaciones en la producción, indicando que en un futuro las materias primas para usos energéticos deberían proceder de las mismas tierras que las destinadas a usos alimentarios, recibir las mismas ayudas y comercializarse de forma no diferenciada. La oportunidad de acogerse a dicha opción, tierras de retirada, no ha tenido mucho éxito en España, dado que los rendimientos de la producción de oleaginosas son, en media, unas tres veces inferiores a los franceses o alemanes y los pagos compensatorios hasta 2.5

veces inferiores a los de estos dos países, para citar algunos ejemplos. Por tanto en estas condiciones la producción de cultivos energéticos no compensa económicamente al agricultor español, en relación al del sector alimentario. Según datos del Ministerio de Agricultura, la cantidad de tierras de retirada dedicadas a cultivos energéticos se encuentra estabilizada alrededor de unas 50.000 Ha.

En el caso español, uno de los mecanismos considerados a la hora de potenciar dichos cultivos es la organización de los agricultores en Cooperativas. Sin embargo, hasta la fecha estas medidas han fallado, debido a que las subvenciones otorgadas por la PAC (política agraria común) a las tierras en retirada siguen sin hacer que compense producir este tipo de cultivos.

Las ayudas directas al cultivo energético significan un paso favorable, aunque tienen todavía una implantación demasiado reciente como para poder evaluar la efectividad de la medida. En su primer año de implantación, que fue en el 2004, se recibieron solamente solicitudes para cubrir unas 7.000 Ha, en cualquier caso una superficie notablemente más baja que la de cultivos energéticos en tierras de retirada.

b. Objetivos de consumo de biocarburantes

De todas las directivas, libros blancos y propuestas para la introducción y el fomento de consumo de los biocarburantes, hay que destacar la directiva 2003/30/CE. Esta directiva fija un que de toda la energía utilizada en el sector transporte, en el año 2010, el 5.75% debe ser obtenida a partir de biocarburantes.

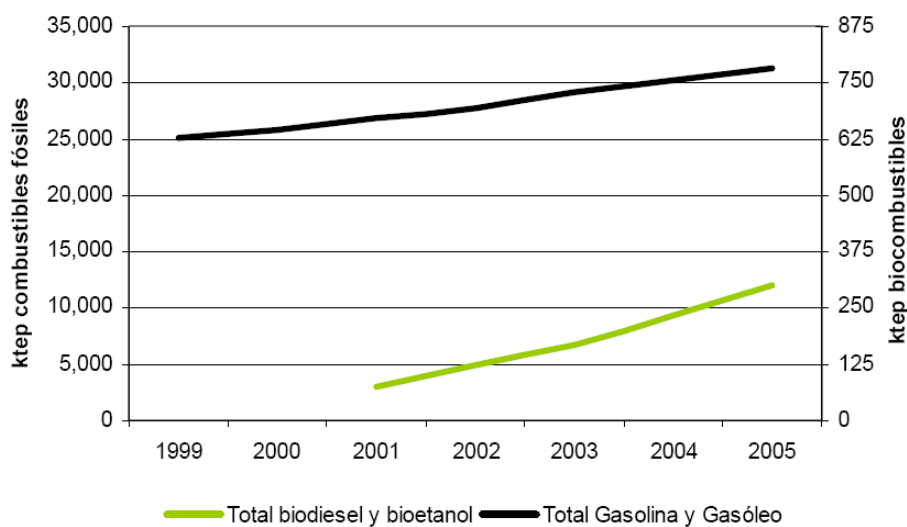
Esta directiva surge principalmente a raíz del protocolo de Kyoto, en su intento por reducir las emisiones de CO₂ y de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Debido a la reducción emisiones de dichos gases por parte de los biocombustibles frente a las emisiones de los combustibles fósiles. Es la manera que actualmente ha encontrado la UE para hacer frente a dicha demanda de reducción en un sector que emite grandes cantidades de estos gases.

De la directiva anterior se pueden extraer cuatro puntos importantes a modo de síntesis:

- 1) El 5.75% de toda la energía utilizada en el sector transporte debe proceder de biocarburantes.
- 2) Afecta a los carburantes destinados al transporte. Como se ha mencionado anteriormente, es la forma que la UE ha encontrado para que los países miembros alcancen los objetivos fijados por el protocolo de Kyoto.

- 3) Se fija en contenido energético, no en volumen. La implicación que de este punto se deriva es que a consecuencia del menor poder energético obtenido en la actualidad de un litro de biocarburante, ya sea biodiésel o bioetanol (E10), frente a la energía obtenida en un litro de carburante fósil, no hay que sustituir el 5.75% de la cantidad, en litros o toneladas, sino una cantidad mayor. Con los rendimientos actuales se deberían sustituir unas 2.000.000 toneladas.
- 4) Se fija sobre el consumo, no sobre la producción. Este es sin lugar a dudas el punto de mayor interés, pues no se exige que el país miembro, en nuestro caso España, sea capaz de producir la cantidad necesaria, sino que se haya fomentado su uso, se hayan eliminado todas las barreras para su comercialización y puede ser utilizado por parte del consumidor potencial.

Sin embargo, diversos organismos han comunicado su escepticismo sobre el cumplimiento de estos objetivos.



El gráfico¹⁵ muestra el uso total de todos los combustibles utilizados en España desde el año 1999 hasta el 2005. Destacar que la escala utilizada para los biocombustibles es 40 veces menor que la utilizada para los combustibles fósiles.

Las unidades utilizadas en el eje de las Y son ktep (miles de toneladas equivalentes de petróleo), estas unidades aparecen a largo de todo el trabajo, es de vital importancia su correcta comprensión. Estas unidades significan para el caso de los biocarburantes la cantidad de petróleo necesaria para obtener la misma energía. Se ha realizado siempre dicha comparativa debido a la constante variación en el rendimiento

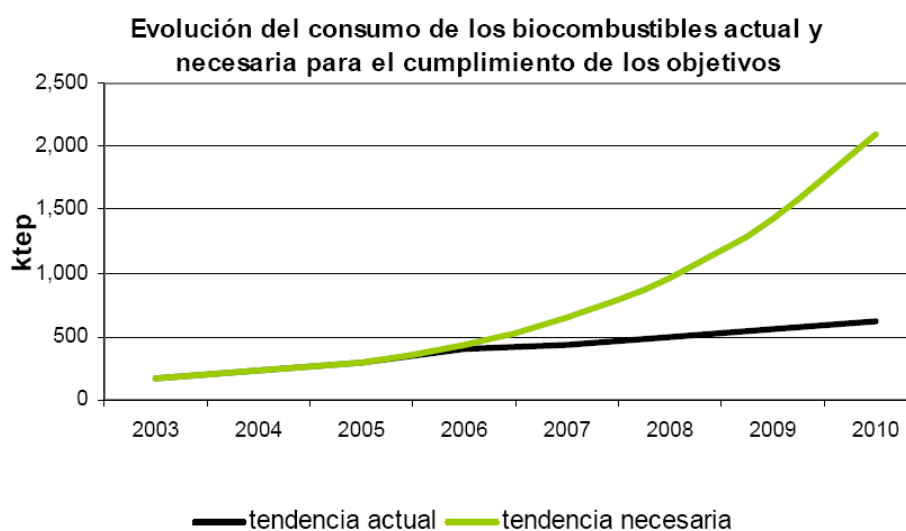
¹⁵ obtenido de www.appa.es

energético de los biocarburantes, pues al ser un sector que se encuentra en una fuerte expansión, los continuos avances tecnológicos varían el rendimiento energético obtenido de dichos combustibles, siendo este mucho más estable en el caso de los combustibles fósiles.

Para dar algunos datos más concretos, en el año 2005 el consumo de biocarburantes en España no superó los 300 ktep, frente a un consumo cada vez mayor de gasolina y gasóleo, que se situó en torno a los 30.000 ktep. Aunque este consumo de biocombustibles se triplicó con relación al 2003, representó únicamente un 1% del consumo de combustibles de origen fósil. El consumo fijado para el año 2005 debió rondar el 2%, exactamente el doble.

La tendencia actual indica que, si se mantienen las condiciones actuales, y no hay un mayor incentivo por parte de la Administración Central, supondrá un consumo del 1.7% en el 2010, frente al objetivo del 5.75% estipulado por la Unión Europea.

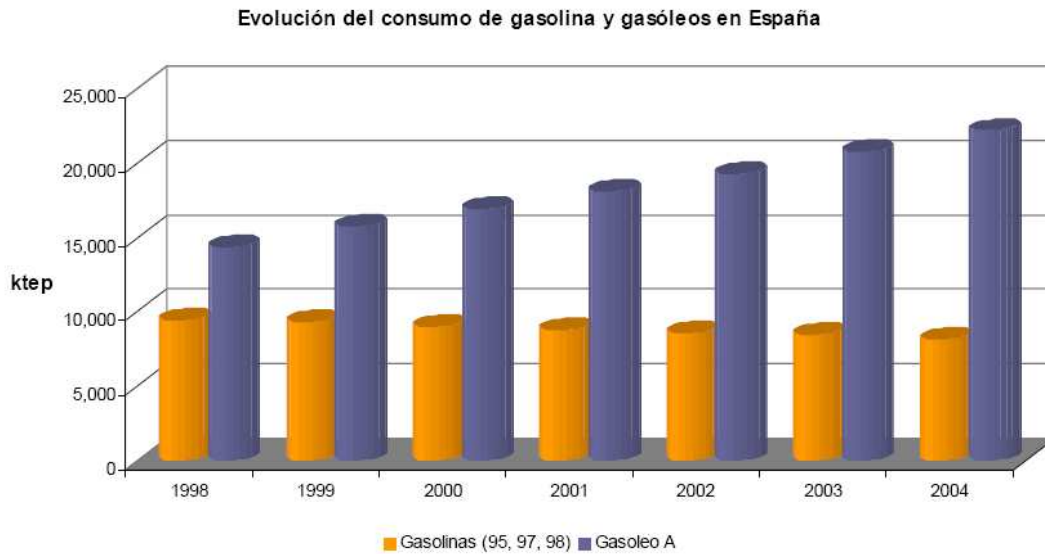
El siguiente gráfico¹⁶ sintetiza y muestra de una manera muy gráfica, lo que se ha intentado explicar anteriormente. Partiendo de los datos máximos de consumo del 2005, el crecimiento anual necesario para cumplir el objetivo establecido en el año 2010, debería ser del 48%.



En cuanto a los carburantes fósiles consumidos en España, se puede comprobar la tendencia ascendente del gasóleo A, que ha crecido desde las cerca de 14.349 ktep consumidas en el año 1998 hasta más de 22.000 ktep del 2004. Por el contrario hay que resaltar la tendencia descendente de la gasolina, cuyo consumo ha bajado desde las 9.400 ktep de 1998 hasta las 8.068 ktep de 2004, tal como refleja el siguiente gráfico¹⁷.

¹⁶Gráfico obtenido y datos en www.appa.es

¹⁷Gráfico y datos obtenidos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio



A este hecho hay que añadir que España es un país deficitario en gasóleo y excedentario en gasolina. Como bien sabemos de un barril de crudo, al procesarlo, se produce una cierta cantidad de gasolina, una cierta cantidad de gasóleo y otro tanto de productos varios. La marcada demanda de gasóleo en el caso de España, hace que para alcanzar la producción necesaria, se produzca una cantidad de gasolina mucho mayor a la de la demanda para este producto. Es aquí donde se encuentra el desequilibrio en el caso de España, pues las petroleras no les resulta rentable introducir el E10, sustituto de la gasolina, ya que deberían diluir todavía más un combustible del que hay mucha más oferta que demanda.

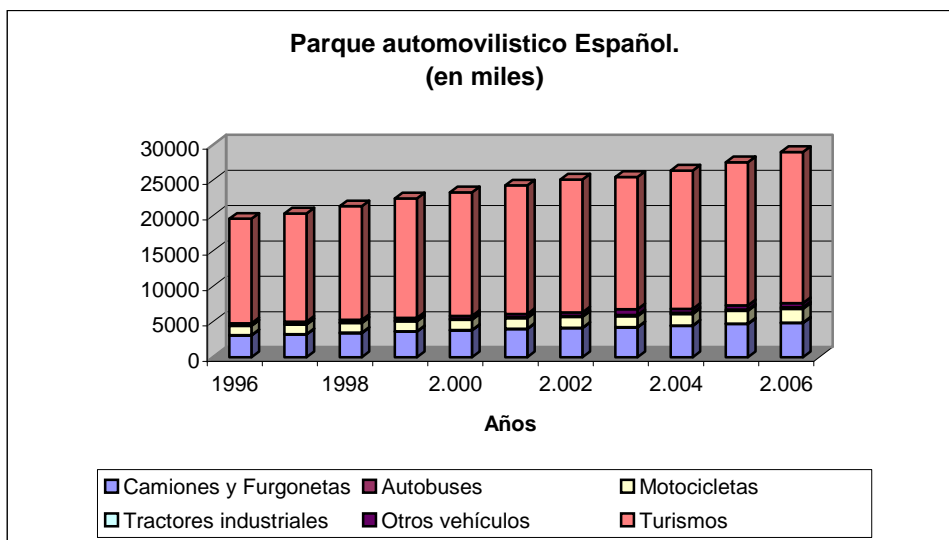
Remarcar, que en caso particular de España, por los menos hasta la actualidad, los esfuerzos se han centrado más en la producción de biocarburantes orientados hacia la gasolina que hacia el diesel, siendo este punto el segundo foco de descuadre para el caso de nuestro país.

c. La demanda de carburantes.

No hay que perder de vista, que los biocarburantes, van a ser utilizados, como es lógico por algún tipo de vehículo (turismos, camiones, tractores.....). Por tanto la demanda de un tipo concreto de biocarburante, estará condicionada en gran medida por la cantidad de vehículos existentes de cada clase, así como el aumento de los mismos en el tiempo.

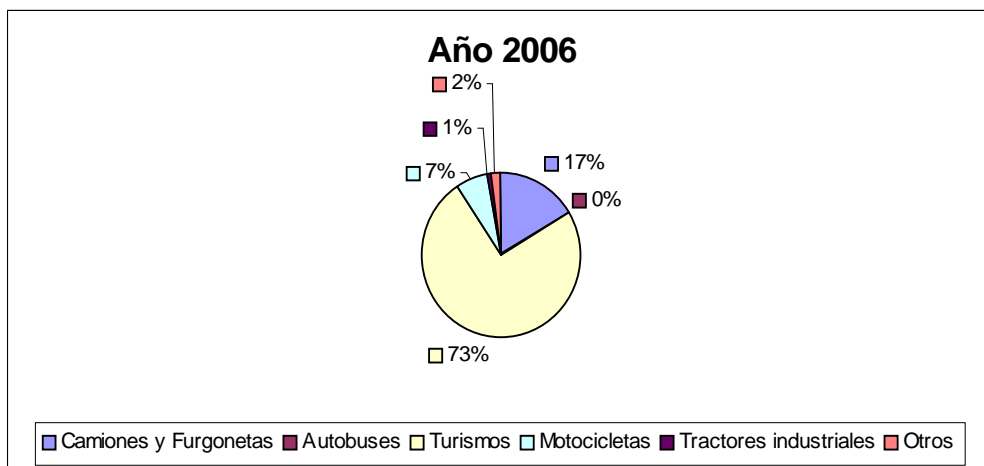
El parque automovilístico ha crecido constantemente en la última década, correspondiendo los mayores crecimientos a los segmentos de turismos, camiones y furgonetas¹⁸.

En el gráfico¹⁹ se aprecia, como el mayor aumento de vehículos en España es el correspondiente a los turismos en primer lugar y al de camiones y furgonetas en segundo lugar.



De hecho las previsiones son de una continuidad del crecimiento del parque, hasta alcanzar la saturación en torno al año 2012, con 1.5 coches por familia.

Para mostrar de una manera más clara el peso de cada tipo de vehículos sobre el total, en el siguiente gráfico se representa el porcentaje para el año 2006 en un gráfico circular.



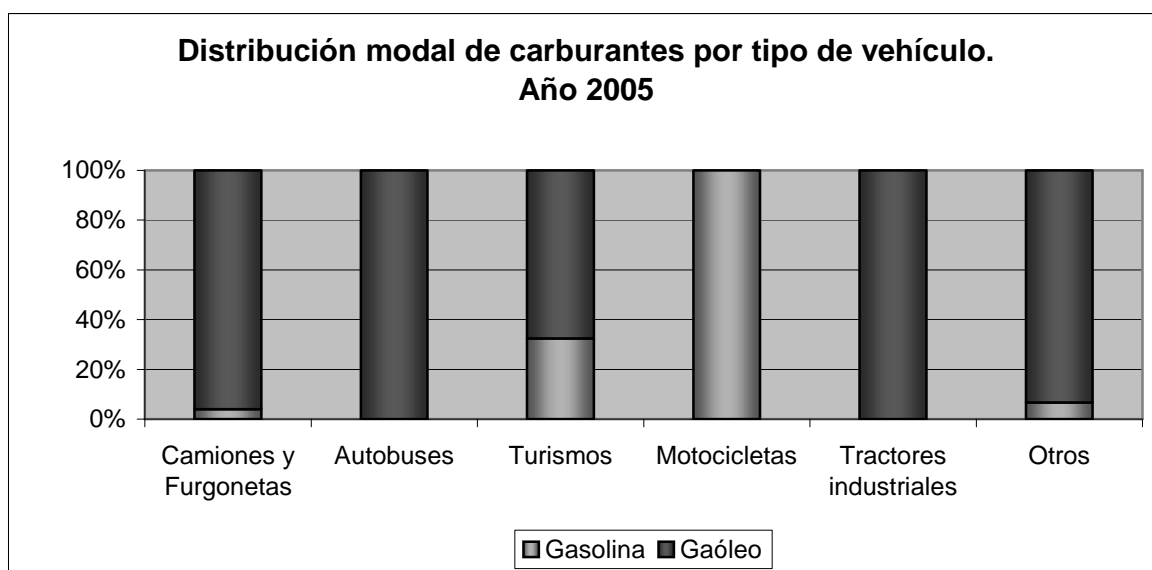
¹⁸Datos en el anexo 2 tabla 8

¹⁹ Realizado a partir de los datos anteriores.

A partir de estos resultados, más todo lo expuesto anteriormente en este apartado, se observa de forma muy clara cual es la situación de los combustibles en España, pero lo más importante, donde se debe incidir con mayor énfasis para alcanzar los objetivos propuestos de consumo de biocombustibles.

En relación con el tipo de carburante utilizado, la distribución porcentual entre gasolinas y gasóleo para cada tipo de vehículos es la que se indica en el gráfico²⁰ posterior. El porcentaje de carburante mayoritario se explicita para cada tipo de vehículo.

En dicho gráfico²¹, se comprueba que el consumo de gasóleo es mayoritario en



camiones, furgonetas y autobuses (también tractores, aunque no se consideran transporte). Las gasolinas predominan en motocicletas, mientras que en turismos, la situación es más intermedia (30% son de gasolina).

A la vista de estos resultados, queda claro, cual es la demanda de carburantes para vehículos en España, un predominio muy marcado del gasóleo sobre la gasolina. Se observa también como son los turismos, seguido de camiones y furgonetas los que representan la mayor cantidad de vehículos en nuestro país, y por tanto los grupos que mayor demandan carburante.

Los vehículos diesel comercializados a partir de mediados de la década de los '90, son capaces de utilizar biodiésel al 100% de mezcla (puro). En la actualidad, esto corresponde al 70% del mercado. Esta situación, resulta pues, muy favorable para poder comercializar volúmenes crecientes de biodiésel sin problemas de compatibilidad con los vehículos en el mercado.

²⁰ Datos en el anexo 2 tabla 9

²¹ Información obtenida de la Dirección General de Tráfico. Datos en anexo 2 tabla 8

d. Visión global

Reagrupando todos los datos mostrados hasta el momento, España produce mucha más cantidad de bioetanol (teniendo en cuenta que la cantidad producida es de bioetanol puro, y por tanto para su uso en vehículos habría que diluirlo) que de biodiésel, (según las industrias de este sector). Por el contrario la demanda de combustibles fósiles se corresponde a una mayor cantidad de gas-oil que de gasolina, y como se ha dicho ya en repetidas ocasiones a lo largo de este trabajo, el bioetanol es el sustituto de la gasolina, mientras que el biodiésel lo es del gasóleo. Por tanto se afirma:

1.- Desajuste de oferta y posible demanda para el mercado Español en el caso de los biocarburantes. La producción esta enfocada a la sustitución de la gasolina, mientras que la demanda de los vehículos españoles es principalmente de gasóleo.

2.- Orientación de incentivos equivocada por parte de la Administración central. Debido a la poca concienciación de los ciudadanos en el uso de los biocarburantes, ya que como se ha visto, son los turismos y camiones, que crean una mayor demanda, y por tanto son el grupo a incentivar si se quiere propulsar el uso de biocombustibles.

3.- Esta falta de demanda de bioetanol producido en España, provoca que la mayor parte de la producción deba exportarse hacia otros mercados europeos, principalmente Suecia, donde existe una mayor demanda de bioetanol, como resultado de diferentes factores, ya sea el parque automovilístico, los impuestos grabados por el gobierno sobre los carburantes fósiles que hacen concordar la oferta y la demanda, cosa que no sucede en el caso español.²²

En el año 2005, el consumo de biocarburantes en España se situó en 137 ktep, lo que representó el 0.44% de la demanda total de combustibles para el transporte. Del total de biocarburantes consumidos en 2005:

- El 82% correspondió al bioetanol.
- El 18% correspondió al biodiésel.

²² Se pueden citar otras razones, pero los impuestos es la con diferencia la más importante.



Fuente: APPA y CORES

La situación en el año 2006 no varió mucho, siendo los consumos de carburantes fósiles prácticamente idénticos, aumentando ligeramente el consumo de gasóleo frente a la gasolina. Para el sector de los biocarburantes siguieron en su línea, representando un peso minoritario sobre el uso total. A pesar de todo el consumo de biodiésel se duplicó con respecto al año anterior.

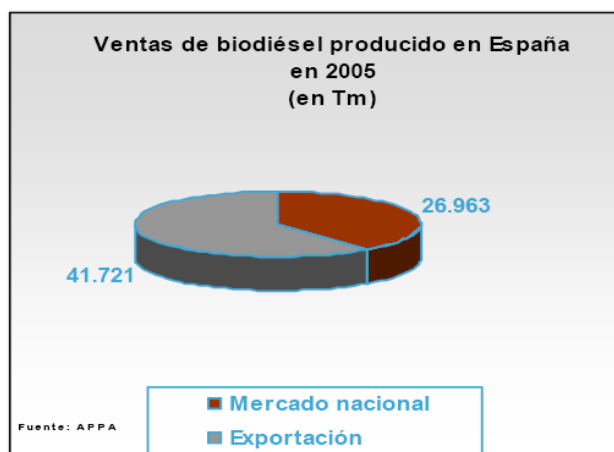


Fuente: APPA y CORES

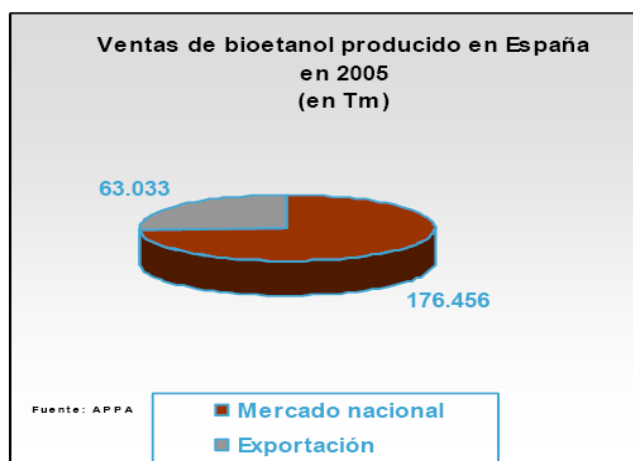
España está encontrando en las exportaciones la solución a la diferencias actuales entre producción y consumo. Exportando principalmente a países como Suecia, donde la situación de demanda de carburantes por parte de los consumidores, ya sea debido al precio de los carburantes fósiles o al parque automovilístico existente hacen rentable para el consumidor y para las petroleras el uso de los biocarburantes.

Más del 60% de las ventas de las diez plantas de producción de biodiésel operativas en España en 2005 se destinaron a la exportación. Esto fue debido a la falta de demanda, a pesar de que la mayoría de vehículos en España utilizan gasóleo y por tanto podrían utilizar biodiésel.

No obstante el consumo que se realizó fue en diferentes presentaciones B10, B20 y B100 (porcentaje de biodiésel por litro de gasóleo).²³



Alrededor de un 70% de las ventas de las plantas de bioetanol operativas en España en 2005 se hicieron en el mercado doméstico. Destacar que su fin no fue el de carburantes sino otros usos industriales.



En los últimos años la producción de biocarburantes en España ha aumentado un 40%, pero las ventas sólo han crecido un 15%, por consiguiente la mayor parte se ha tenido que exportar, aumentando estas en un 85%.

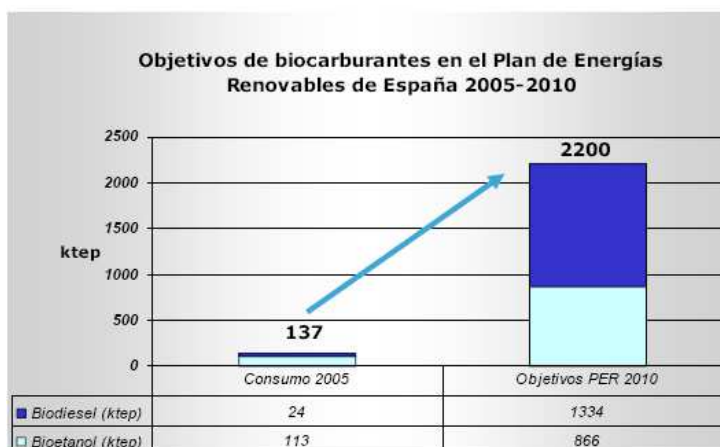
Podemos concluir diciendo que la demanda de biocarburantes en España crece de manera insuficiente para absorber el incremento de la producción y sólo la exportación logra salvar en parte este desequilibrio.

El encarecimiento de las materias primas y el deslizamiento de las cotizaciones de los biocarburantes está provocando una coyuntura delicada, en la que la parada temporal de plantas es posible. Por tanto este modelo no es sostenible en el tiempo, teniendo en cuenta la previsión de aumento de la producción y el autoabastecimiento

²³ Fuente www.appa.es

creciente de muchos mercados externos. Resulta urgente la adopción de medidas para impulsar la demanda doméstica tanto de biodiésel como de bioetanol.

Este impulso es lo que se pretende conseguir con el plan de energías renovables, que establece como objetivo de biocarburantes para el 2010 alcanzar las 2.200 ktep, lo que representaría el 5.83% del consumo de gasolina y gasóleo para el transporte previsto para entonces. Pero para conseguirlo será necesario multiplicar por dieciséis el consumo de biocarburantes en España de 2005.



El objetivo en biodiésel representará el 60% del objetivo total, para alcanzarlo su consumo en España se deberá multiplicar por 55.

El objetivo en bioetanol representará el 40% del objetivo total: para conseguirlo su consumo en

España se deberá multiplicar por 8.

e. Propuestas para impulsar el consumo de biocombustibles en España

A continuación se detallan una serie de propuestas para impulsar la demanda de biocarburantes con el fin de alcanzar las previsiones de 2010. Algunas son ya conocidas dentro del sector y otras son propuestas en este trabajo por vez primera.

1.-Obligaciones para los biocarburantes.

Al menos nueve Estados miembros (Francia, Austria, Eslovenia, República Checa, Alemania, Países Bajos, Reino Unido, Italia e Irlanda) han aprobado o anunciado ya el establecimiento de *obligaciones de biocarburantes*, España no.

Estas obligaciones contribuirán a largo plazo a reducir los costes de los biocarburantes, en parte debido a que asegurarán una comercialización a gran escala. Se espera demostrar así una política de apoyo más efectiva.

La obligación de biocarburantes tampoco debería verse por sí solo como la gran solución. Es necesario complementarla con otras medidas regulatorias de naturaleza fiscal, agrícola y administrativa.

2.-Quiénes deberían ser los sujetos de dicha obligación.

En primer lugar los operadores de gasolinas, gasóleos y mezclas con biocarburantes. Aquellos que realicen importaciones o entregas de carburantes sujetas al impuesto especial de hidrocarburos que tengan, como destino su consumo final en motores para transporte en España.

3.-Esta obligación debería ser de dos tipos:

- a) Por un lado, la comercialización de un porcentaje anual mínimo de bioetanol en relación a todas las gasolinas, y mezclas que las contengan.
- b) Por otro lado, la comercialización de un porcentaje anual mínimo de biodiésel en relación a todos los gasóleos, y mezclas que los contengan.

4.- Medidas fiscales:

- a) Establecer un impuesto reducido, en los costes de matriculación, para aquellos automóviles cuyos fabricantes garanticen el uso de biocarburantes.
- b) Incluir los costes medioambientales asociados a la emisión de gases de efecto invernadero en los costes de producción y utilización de productos petrolíferos.

5.-Desde la Administración Central se debería promover:

- a) La revisión de las actuales especificaciones técnicas o la aprobación de nuevas, con el fin de permitir la adecuada comercialización y utilización en España de biocarburantes en estado puro, en una concentración elevada en derivados del petróleo y como aditivos en gasolinas y gasóleos de automoción.
- b) Adaptar todas las instalaciones de red logística para la introducción de biocarburantes (transporte público, vehículos de los cuerpos del estado.....)
- c) Extender el “tipo impositivo cero” que, actualmente gozan los biocarburantes en el caso de consumo para la automoción, al biodiésel usado como combustible de calefacción.

3. Influencia de los biocarburantes en las variables macroeconómicas en los principales países productores

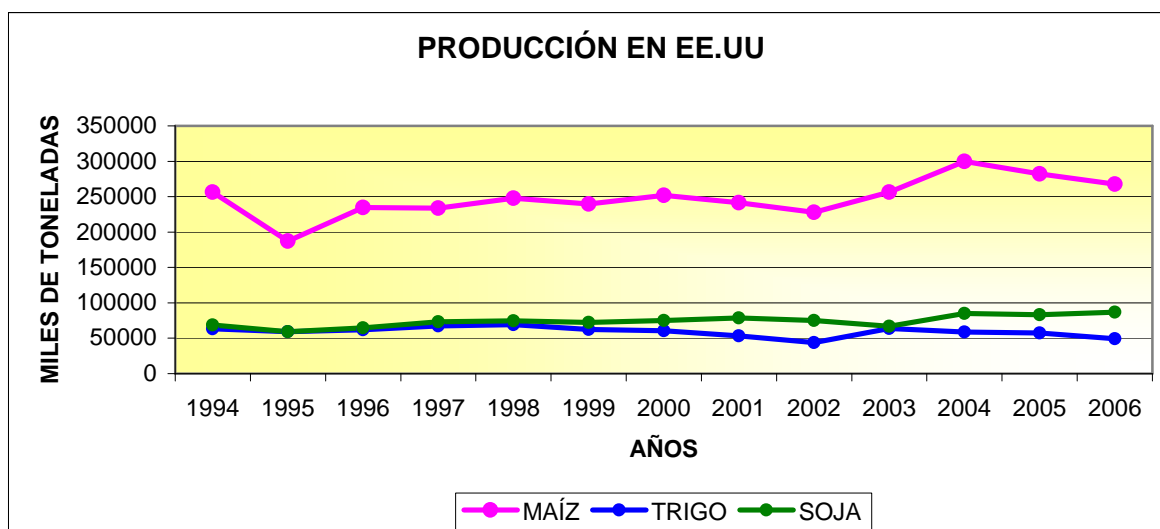
A continuación, se analizarán los tres países productores de las principales materias primas utilizadas en la producción de biocarburantes.

3.a Estados Unidos

Estados Unidos se puede considerar como uno de los principales productores de maíz, debido a que lo utiliza en la producción de biocarburantes, más concretamente para producir etanol. Este hecho rebela que muchos otros países dependen de la

disponibilidad de este producto, debido a que se trata de un producto base para una gran cantidad de sectores.

En el gráfico siguiente, se refleja la producción de los Estados Unidos de las materias primas más utilizadas en la producción de biocarburantes y desarrollados en este trabajo: maíz, trigo y soja desde el año 1994 hasta el 2006.²⁴



Lo primero destacable del gráfico es la gran diferencia de la cantidad producida de maíz en relación a los otros dos. Por ejemplo, entre los años 1996-2003, es del orden de cuatro veces superior. Este dato confirma la primera afirmación de que los EE.UU. se está especializando en la producción de maíz.

Otro dato relevante se encuentra a partir del año 2002, donde se produce el gran *boom* de los biocarburantes. El gráfico muestra un aumento de la producción de maíz de un 20%, como posible respuesta de la demanda creada por este sector.

Lógicamente, todo lo que un país produce no se destina única y exclusivamente al consumo interno, parte de la producción será exportada a otros países.

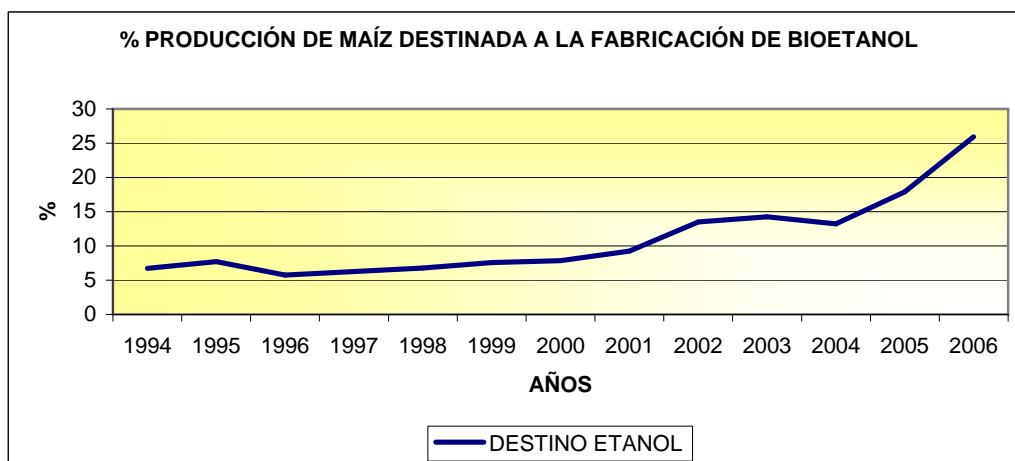
a) Consumo interno

En el análisis del consumo interno para cada uno de los países estudiados, se realizan dos subdivisiones del consumo; en la primera se incluye la cantidad consumida o destinada para cualquier uso que no sea la producción de biocarburantes, en el caso de EE.UU. sería la producción de bioetanol, (independientemente de cómo sea la estructura o posibles estructuras de la demanda por parte de los diferentes sectores que la puedan

²⁴ Tabla de datos en el anexo 3 tabla 10
Información obtenida USDA, WAOB

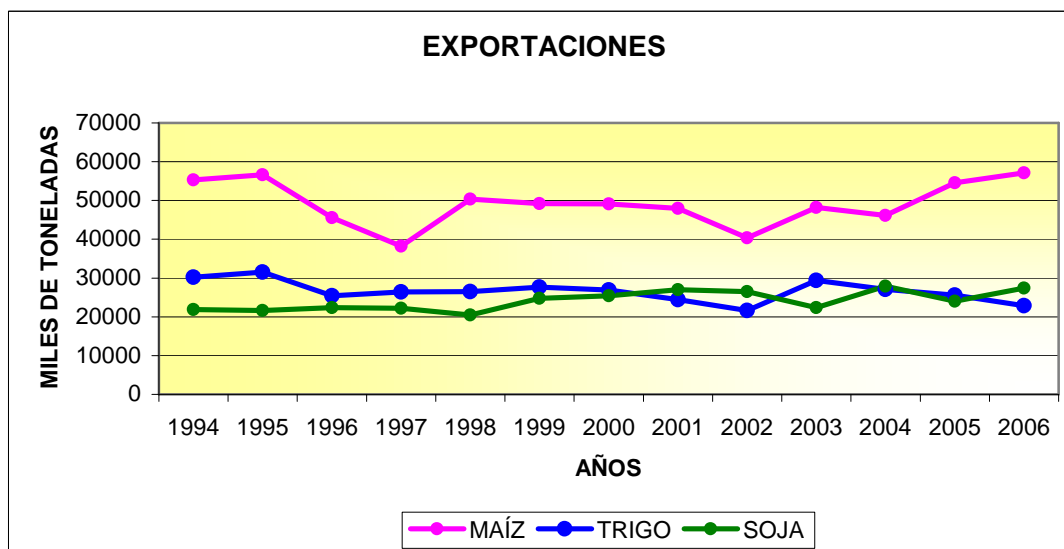
componer). En la segunda se analiza la evolución del porcentaje de la producción total de maíz destinado a fabricar biocarburantes., ya sea bioetanol o biodiésel.

El gráfico siguiente²⁵, muestra el porcentaje de la producción de maíz destinada a la fabricación de biocarburantes en los últimos años. Se puede ver como este porcentaje aumenta constantemente desde el año 1994, pero también como este tiene un aumento mucho más acentuado a partir del año 2003-2004.



b) Exportaciones

En el caso de Estados Unidos el gráfico de las exportaciones es el siguiente²⁶:



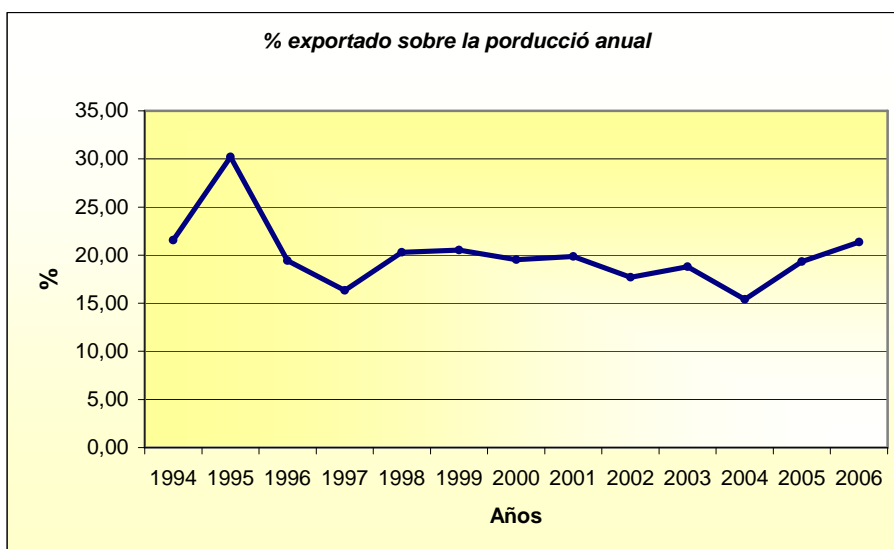
A partir del gráfico anterior se puede extraer que las exportaciones para el trigo y la soja presentan una tendencia constante con pequeñas fluctuaciones durante el

²⁵ Datos en el anexo 3 tabla 11
Información obtenida del USDA, WAOB y FAO

²⁶ Datos en el anexo 3 tabla 12
Información obtenida de USDA, WAOB y FAO

período estudiado. En el caso de las exportaciones para el maíz, la tendencia no está clara. Ciertamente la cantidad exportada aumenta en valor absoluto.

El gráfico inferior²⁷, refleja el porcentaje de las exportaciones de maíz en relación a la producción. Se observa como este valor está siempre alrededor de un 20%, por tanto si la producción aumenta cada año, y el porcentaje siempre es el mismo, implica que la cantidad exportada será mayor.



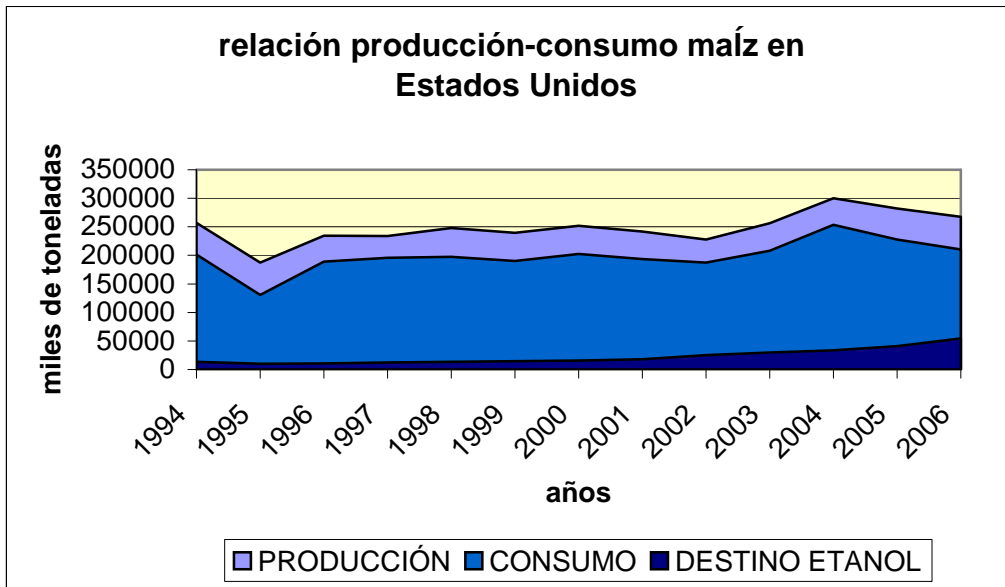
Si se comparan las variables del maíz desde el año 2003 de los cuatro gráficos expuestos anteriormente, para los EE.UU. se puede afirmar:

- I. La producción en este período no sufre cambios importantes, excepto los que se pueden considerar como normales, (mejor o peor cosecha....)
- II. Las exportaciones se incrementan en valor absoluto, pero no en porcentaje sobre la producción total. Esto implica que los recursos de materia prima para los EE.UU. no disminuyen.
- III. El consumo baja. (El consumo global, que no incluye aquel destinado a la producción de biocarburantes).
- IV. El consumo destinado a la producción de etanol aumenta en mayor proporción, a pesar de que su evolución es creciente.

Las conclusiones para este país son: en primer lugar, a nivel interno, existe una ligera disminución del consumo proporcional a la producción que se compensa con un aumento del consumo destinado a los biocarburantes. Por tanto, la aparición de esta nueva industria ha alterado el consumo interno de los EE.UU.

²⁷ Cálculos realizados en el anexo 3 tabla 13

En segundo lugar, debido a que las exportaciones han sufrido un aumento en este periodo, el grano destinado a la producción de los biocarburantes, en el caso de los EE.UU., proviene de aquel que se destinaba anteriormente al sector alimentario. Esta conclusión es solamente cierta si se cumple una disminución del consumo alimentario. Esta disminución, se muestra en el gráfico siguiente²⁸.



Como es obvio todos estos cambios en la situación del mercado producen alteraciones considerables en el precio del producto. Al tratarse de una materia prima básica para el sector de la alimentación, el problema es más remarcable. El precio se puede explicar con la sencilla teoría de la oferta y la demanda. La oferta de maíz, ciertamente ha aumentado en términos absolutos, pero la demanda, debido a la aparición de este nuevo uso para el maíz se ha visto mucho más aumentada. Por tanto el ajuste final ha provocado un aumento incesante del precio del maíz en los últimos dos años, tal y como muestra el gráfico inferior.²⁹



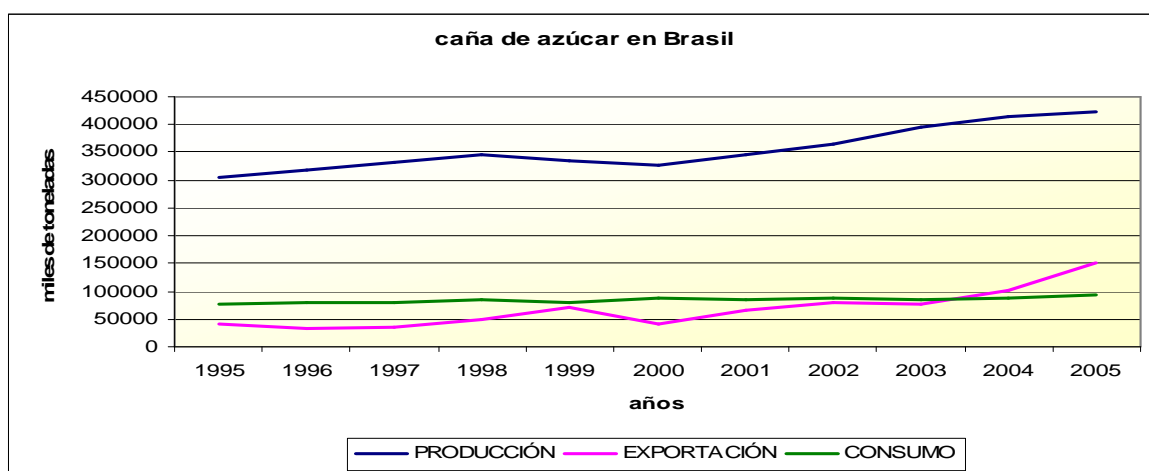
²⁸ Datos y cálculos en el anexo 3 tabla 13

²⁹ En el eje de las X tenemos los años. En el eje de las Y son \$/Bushel (unidad de conversión en anexo). Datos obtenidos de *Chicago Board of Trade*

3.b Brasil

En el caso de Brasil, y a diferencia de los dos países antes analizados, la producción de biocarburantes se obtiene a partir de la caña de azúcar no de los productos usados en el caso de Estados Unidos o Argentina (maíz, soja y trigo). El hecho de que Brasil utilice la caña de azúcar para diferentes usos, lo convierte en uno de los mayores productores mundiales de esta materia prima.

En el gráfico siguiente se muestran las tres variables económicas analizadas en función de la caña de azúcar en Brasil.



30

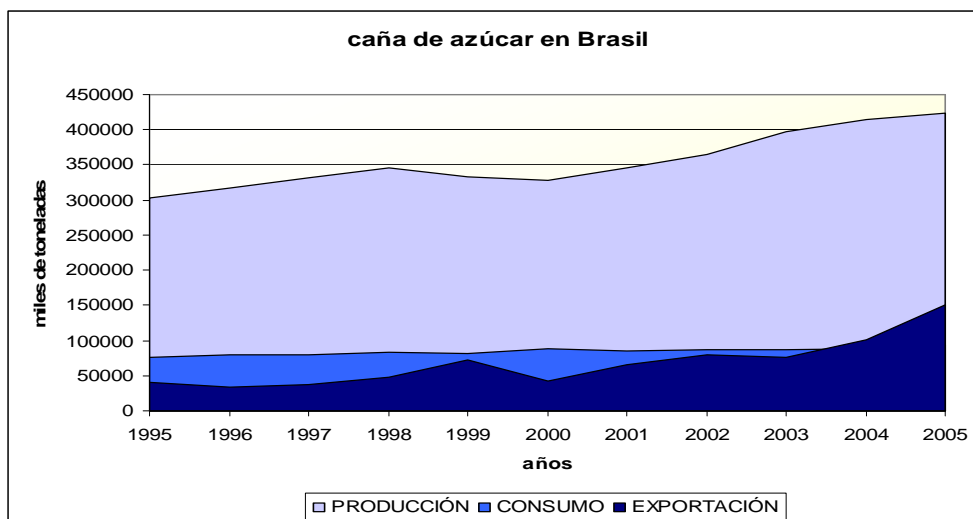
Como se observa, se pueden distinguir tres etapas en el período estudiado.

- I. 1995-1998: todo y que las tres curvas tienen una pendiente creciente, en el caso de la exportación en los primeros años, esta padece una pequeña caída. También se puede ver como la producción aumenta en una cantidad mayor respecto a las otras dos variables. Finalmente, el consumo se mantiene bastante estable durante toda la etapa.
- II. 1999-2001: en estos dos años observamos que Brasil podría haber sufrido una pequeña recesión dado que tanto los valores de la producción como de la exportación caen hasta valores de 1996. El consumo, en cambio, se mantiene constante.
- III. 2002-2005: en esta última etapa, por un lado, el consumo no sufre muchos cambios respecto a las etapas anteriores. Por otro lado, la producción se incrementa de forma paulatina y constante. En cambio, la exportación padece

³⁰ Ver anexo 3 tabla 14

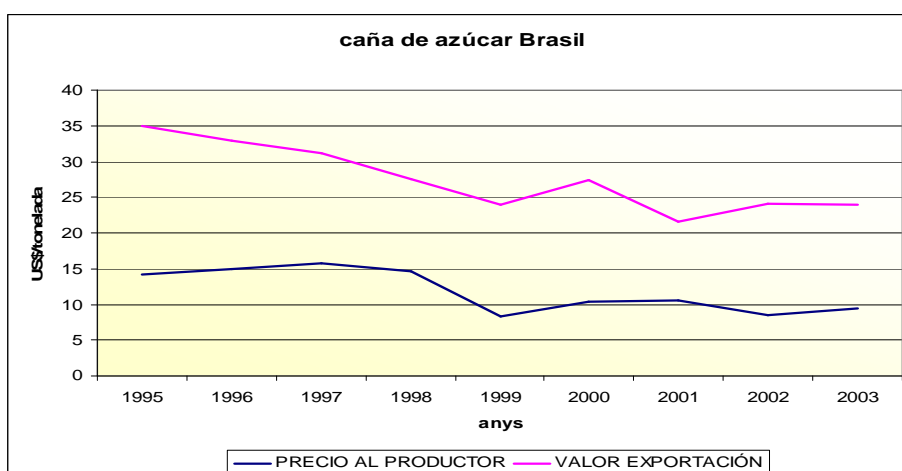
una pequeña disminución en el principio de la etapa y posteriormente aumenta de forma más pronunciada superando así, por primera vez, al consumo.

Para poder observar mejor la diferencia entre las variables económicas analizadas en el gráfico anterior, y para apreciar la cantidad de producción que se destina a la exportación y al consumo, se presenta el gráfico siguiente:



Tal y como se puede observar en el gráfico, la cantidad producida de caña de azúcar en Brasil es muy superior al consumo y a la exportación. El hecho de que la producción y la exportación hayan aumentado sobretodo a partir del año 2002, confirma la importancia de los biocarburantes en este año.

El gráfico siguiente muestra el precio al productor y el valor de exportación de la caña de azúcar en Brasil. Como se observa, en los años 1995-1997 el precio al productor y el valor de la exportación van en dirección contraria. Mientras que durante todo el período siguiente va en la misma dirección, es decir, cuando baja el precio al productor baja el valor de exportación, ya que no les interesa vender a un precio inferior.



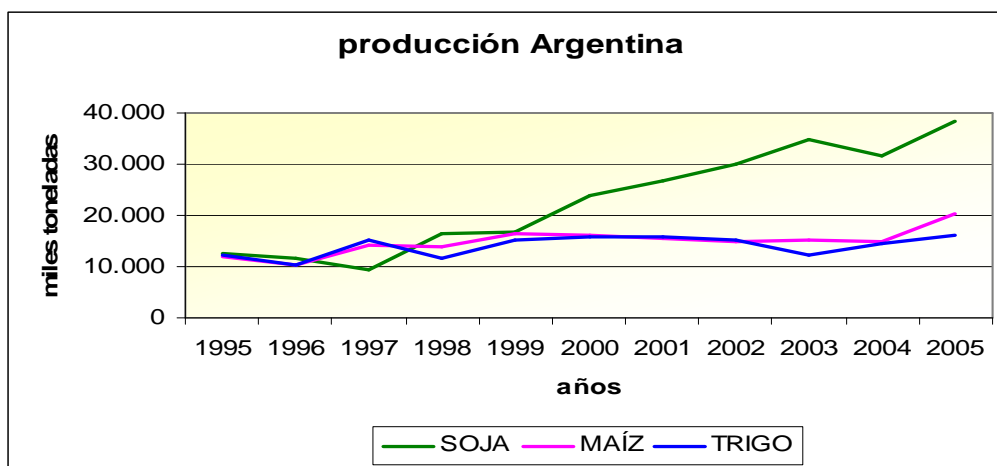
31

³¹ Ver anexo 3 tabla 14

3.c Argentina

En este apartado se hablará de Argentina, trataremos la producción, el consumo, exportaciones y las importaciones que hace en España. En primer lugar, nos centraremos en la producción de maíz, trigo y soja de dicho país.

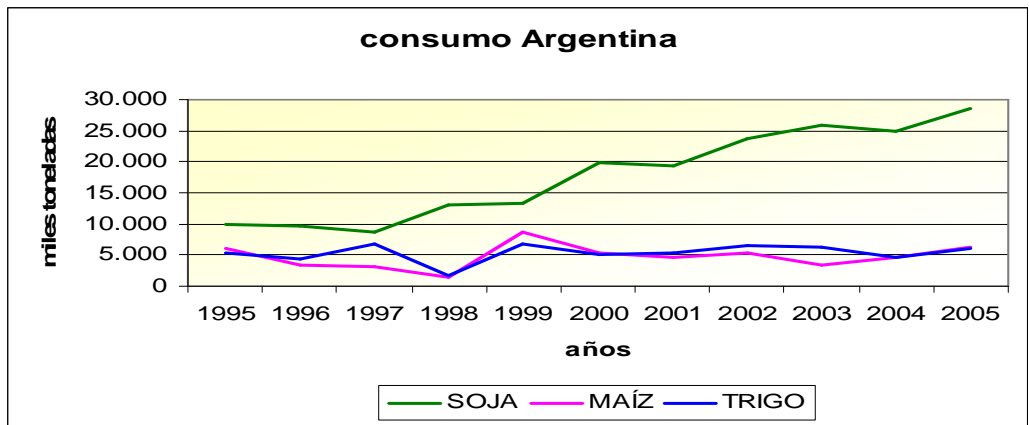
Se puede observar en el gráfico posterior que, durante los primeros años (1995-1996), la producción de los tres productos era muy similar, aproximadamente en 12.000.000 de toneladas. Es a partir de 1996 cuando la producción de soja cae bastante situándose en un valor de 10.000.000 de toneladas, mientras que el maíz y el trigo siguen aumentando su valor situándose en 15.000.000 toneladas. En 1998 cambia bastante la situación ya que la soja sube por encima de los demás productos. El trigo tiene una pequeña bajada pero el maíz sigue constante. A partir de 1998, la soja aumenta de forma pronunciada llegando al final del período (2005) a un valor cercano a 40.000.000 toneladas. En cambio, el trigo y el maíz se mantienen constantes, cercanos a 20.000.000 de toneladas, todo y que el maíz está un poco por encima del trigo.



32

El gráfico siguiente muestra el consumo de Argentina durante el período 1995-2005. Observamos que el consumo y la producción siguen la misma tendencia, todo y que la soja siempre está por encima de los otros dos productos. Pero todo y que siguen la misma tendencia, los valores son inferiores a la producción, lo que indica que no todo lo que se produce se consume, cosa que es lógica porque parte de la producción se ha de destinar a la exportación u otras acciones.

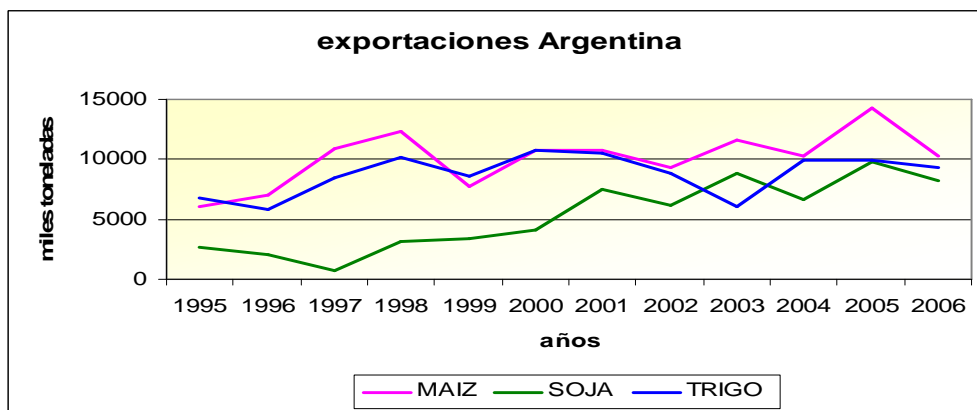
³² Ver anexo 3 tabla 16



33

El gráfico siguiente muestra las exportaciones de Argentina de los tres productos estudiados. Observamos que el producto que tiene un valor más elevado de exportación durante todo el período es el maíz. Este producto, excepto en los primeros años de mantiene en los valores comprendidos entre 10.000.000 y 15.000.000 toneladas, todo y que en el año 1999 tiene una pequeña caída. Le sigue como segundo producto más exportado el trigo, que se mantiene entre los valores 5.000.000 y 10.000.000 toneladas, todo y que en el año 2003 sufre una caída bastante pronunciada, cayendo en un valor de aproximadamente 5.000.000 de toneladas.

En último lugar encontramos a la soja, que durante los primeros años se encuentra en un valor que no supera los 3.000.000 de toneladas, pero a lo largo del período estudiado va subiendo de forma considerada hasta alcanzar en el año 2005 un valor de 8.000.000 toneladas aproximadamente. Es el producto que todo y tener una tendencia positiva tiene muchas caídas durante los años mostrados.



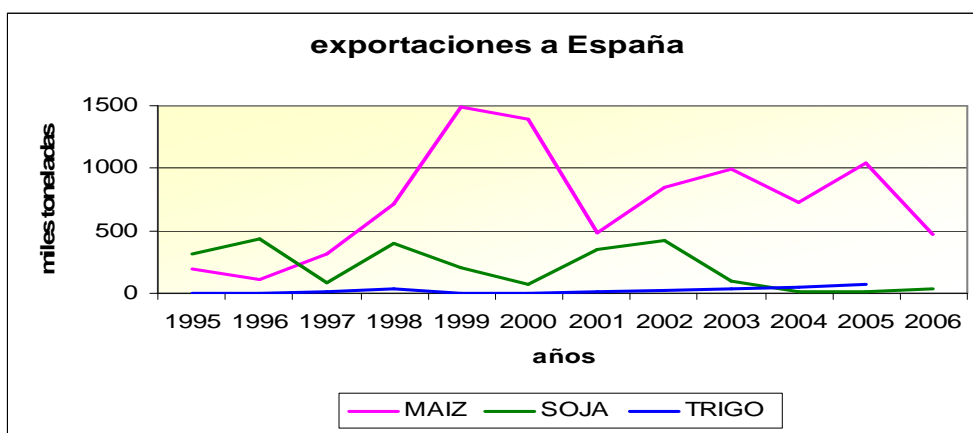
Por último, el gráfico nos muestra las exportaciones en España de maíz, trigo y soja. El producto más exportado con diferencia es el maíz, que tiene una importancia elevada, ya que el valor que presenta es 3 veces el valor de los demás productos. Pero a

³³ Ver anexo 3 tabla 17

partir de 2000 sufre una caída importante situándose en un valor de 500.000 toneladas, valor que se mantiene hasta el año 2005.

El trigo en ningún año supera las 500.000 toneladas, sufriendo muchas caídas durante el período estudiado, la más importante de las cuales es en el año 2003, donde cae a un valor muy cercano al cero quedando incluso por debajo de la exportación de soja.

La soja es el producto que se mantiene durante todo el período cercano al 0. Es a partir del año 2003 cuando se recupera un poco y alcanza un valor aproximado de 100.000 toneladas. En el año 2005 supera a la exportación de trigo todo y que la diferencia es mínima.



PARTE III

RESULTADOS

1. Conclusiones

En una sociedad cada vez más dependiente de la energía, una de las más utilizadas en las últimas décadas, el petróleo, está en proceso de agotamiento. Según las previsiones de la OPEC se ha estimado en 80 años el plazo máximo de cobertura para el consumo mundial del petróleo. Este período se verá reducido ya que la tendencia del consumo actual es creciente.

Después de todo el análisis realizado se resumen en este apartado las conclusiones a las cuales se ha llegado a partir de este estudio.

- a. Los costes de producción de los biocarburantes respecto del petróleo (medido en €/litro) son más elevados debido probablemente a que la industria del petróleo tiene una historia más extensa lo que ha permitido introducir durante un mayor tiempo unas mejoras tecnológicas que han hecho posible la minimización de sus costes de elaboración. En cambio, la industria de los biocarburantes es relativamente más reciente aunque no ha sido hasta el año 2002 cuando se ha producido su mayor expansión. Se prevé en los próximos años este sector mejore su proceso productivo permitiendo así una reducción de costes para que llegue a ser asequible para el consumidor.
- b. En el ámbito de las subvenciones, se observa claramente la dependencia de éstas en la industria de los biocarburantes ya que sin ayudas económicas o fiscales no sería factible su producción.
Sin embargo, en el caso de los combustibles fósiles no hay subvenciones sino un impuesto que supone un coste adicional al precio final del combustible.
- c. Relacionado con lo explicado anteriormente, se concluye que gracias a las subvenciones los precios de los biocarburantes se ven reducidos; a diferencia de los precios de los carburantes que se ven incrementados debido a los impuestos.
- d. El mercado del petróleo mayoritariamente está formado por los países miembros de la OPEC y éstos se comportan como un monopolio. Este hecho provoca una previsión aproximada del posible precio del crudo. Por el contrario, el precio de los biocarburantes depende en gran parte del precio de la materia prima que esta a su vez tiene su propio mercado, donde el precio depende de la cantidad cosechada, del clima, de los fertilizantes, etc.
- e. La conclusión que se puede extraer del apartado de viabilidad actual es que el poder energético de un litro de biocarburante utilizado en un motor estándar es

insuficiente para conseguir la sustitución perfecta a corto plazo del petróleo. No obstante, no se descarta la posibilidad de búsqueda de otras fuentes de energía renovables que, junto con los biocarburantes, permitan reducir aun más la dependencia del petróleo y atenuar los efectos del cambio climático.

- f. A partir de los datos analizados se llega a la conclusión de que el reemplazo del crudo por biocarburantes sólo sería factible durante 16,8 días debido a que existen varias restricciones como por ejemplo, las limitaciones naturales y la superficie mundial cultivada.
- g. En el caso particular de España, el problema del uso de biocarburantes no viene dado por parte de la oferta, debido a que la producción nacional es suficiente para cubrir los objetivos estipulados de consumo por el PER (Plan de Energía Renovable). El problema viene por parte de la demanda, ya sea por trabas de las petroleras, desconocimiento de usuarios, etc. Esto provoca que todo el excedente español se exporte a otros países donde la demanda si corresponde a las aconsejadas por la Unión Europea.
- h. Como consecuencia del punto anterior, la solución actual que encuentra España para el excedente de su producción no será viable a largo plazo debido a que los países importadores están aumentando la producción de los biocarburantes en su propio país. Esta coyuntura actual hace que España se plantee la posibilidad de frenar temporalmente la producción.
- i. Las previsiones de consumo de la UE para el 2010 son que el 5,75% del total de combustible usado sea biocarburante. En el caso particular de España, para poder alcanzar estas cifras, tendría que multiplicar su consumo de bioetanol por 13 y el del biodiésel por 55.

2. Supuestos de mejora

Llegado este punto y después de toda la información recogida, procesada y analizada, estamos en situación de proponer algunas vías o líneas de investigación a seguir con el fin de completar en mayor grado el trabajo ya realizado. Estos supuestos también están enfocados a la obtención de otros posibles resultados de interés, que podrían hacer comprender con mayor claridad, así como aportar, nuevos o diferentes, argumentos a los ya propuestos en este estudio.

- Calcular las pérdidas del estado derivadas del menor ingreso que supondría el uso de biocombustibles. Es decir, más de un 40% del precio que actualmente se paga por un litro de combustible fósil en las gasolineras españolas son los impuestos que grava el estado sobre este producto. Es por tanto obvio que estos impuestos suponen una gran fuente de ingresos para el Estado.

Como se ha comentado en el trabajo, en la actualidad los precios para el gasóleo y para el biodiésel son prácticamente iguales, pero hay que tener presente que en esta igualdad el estado está gravando el gasóleo con un impuesto del 40%, mientras que el biodiésel no soporta ningún impuesto en la actualidad en España.

- En el trabajo, se ha estudiado cual es la situación de los biocombustibles en España, cual es su situación particular, etc. Entre toda la información recogida y leída para la realización de este trabajo, hemos observado que en otros países la situación es muy diferente, a la Española. En estos países existe un gran conocimiento por parte de la población sobre el producto así con una red de producción y distribución mucho más asentada.

Se considera pues oportuno el análisis en detalle sobre cuales han podido ser las claves de tal éxito y su posible aplicación en España. Para orientar un poco más nos estamos refiriendo a Suecia o Alemania.

- El sector de los biocombustibles es un sector en auge, con constantes innovaciones tecnológicas. En la actualidad se está hablando de los biocarburantes de segunda generación, son aquellos procedentes de residuos alimentarios, etc... sería por tanto adecuado tenerlos en cuenta, estudiando su viabilidad y sus ventajas respecto de aquellos estudiados a lo largo del trabajo.

PARTE IV

1. ANEXO

PARTE II: DESARROLLO DEL PROYECTO

Anexo 1: Biocarburantes versus petróleo

a. Costes y subvenciones de los biocarburantes

Tabla 1: Tabla con el poder energético de los combustibles fósiles y orgánicos

	Gasolina	Gasóleo	E10	biodiésel
Calorías (mj/litros)	33	36,12	32,04	33,18

Tabla 2: Tabla con la relación combustible-precio de mercado

	Precio
Gasolina sin plomo 95	1,094
Gasolina sin plomo 98	1,207
Gasóleo	0,972
E10	1,0466
biodiésel	0,972

b. Comparativa de precios

Tabla 3: Tabla necesaria para el gráfico:

	céntimo \$/galón	€/litro
jul-00	140	34,03
oct-00	147	35,73
ene-01	151	36,70
abr-01	108	26,25
jul-01	105	25,52
oct-01	100	24,31
ene-02	116	28,20
abr-02	119	28,92
jul-02	80	19,45
oct-02	78	18,96
ene-03	120	29,17
abr-03	130	31,60
jul-03	90	21,88
oct-03	88	21,39
ene-04	108	26,25
abr-04	70	17,01
jul-04	81	19,69

c. Viabilidad actual

Convertibilidad:

Tabla 4: Tabla con las principales unidades de volumen

	bushels	galones	litros	barriles petróleo
1 galón	0,357	.....	3,783	0,024
1 bushel	.....	2,8	10,592	0,067
1 litro	0,094	0,264	.....	0,00629
1 barril petróleo	15,011	42,03	159	.....
1 Tonelada biocarburo	119,189	333,719	1262,46	7,94

Equivalencia:

Tabla 5: Tabla con la equivalencia de 1 tonelada de cereal en barriles o litros de petróleo

	Barriles petróleo	Litros	toneladas biocarburo
1 Tonelada MAÍZ	2,623	417,01	0,33
1 Tonelada SOJA/TRIGO	2,448	389,15	0,308

Tabla 6: Tabla donde se especifican las toneladas y superficie necesaria para la sustitución de la demanda diaria de petróleo

Producto	Millones Toneladas	Superficie
Maíz	$2,897 \cdot 10^{13}$	$5,083 \cdot 10^{12}$
Trigo	$3,104 \cdot 10^{13}$	$2,112 \cdot 10^{13}$
Soja	$3,104 \cdot 10^{13}$	$1,379 \cdot 10^{13}$

Datos de equivalencias necesarios para llegar a los resultados expuestos en el proyecto:

- 1 Millón toneladas métricas MAÍZ → 39,37 bushels
- 1 Millón toneladas métricas SOJA/TRIGO → 36,74 bushels
- 1 bushel MAÍZ = 2,8 galones etanol
- 1 tonelada etanol → 7,94 barriles petróleo

Anexo 2: Biocarburantes en España

Producción de Biodiésel en la UE.

Tabla 7: Producción de Biodiésel de algunos países miembros de la UE.

Estado	Producción biodiésel 2006 (Tm)
Alemania	2.100.000
Francia	800.000
Italia	550.000
Reino Unido	450.000
España	365.000
Austria	150.000
Polonia	120.000
Otros	65.000

c. La demanda de carburantes

Tabla 8: Parque automovilístico Español por tipo de vehículo

PARQUE DE VEHICULOS POR TIPOS						
Año	Camiones y Furgonetas	Autobuses	Turismos	Motocicletas	Tractores industriales	Otros vehículos
1996	3.057.347	48.405	14.753.809	1.308.208	94.557	339.778
1997	3.205.974	50.035	15.297.366	1.326.333	104.121	302.579
1998	3.393.446	51.805	16.050.057	1.361.155	116.305	333.725
1999	3.604.972	53.540	16.847.397	1.403.771	130.216	371.298
2000	3.780.221	54.732	17.449.235	1.445.644	142.955	411.428
2001	3.949.001	56.146	18.150.880	1.483.442	155.927	454.475
2002	4.091.875	56.953	18.732.632	1.517.208	167.014	500.050
2003	4.188.910	55.993	18.688.320	1.513.526	174.507	528.196
2004	4.418.039	56.957	19.541.918	1.612.082	185.379	536.266
2005	4.655.413	58.242	20.250.377	1.805.827	194.206	571.211
2006	4.802.590	59.869	21.356.098	1.963.524	201.326	583.374

Tabla 9: Vehículos matriculados según el tipo de carburante utilizado en sus motores, hallando así la demanda de combustibles en España desde el año 1996 hasta el 2005

Vehículos matriculados según el tipo de carburante utilizado por sus motores												
Año	Camiones y Furgonetas		Autobuses		Turismos		Motocicletas		Tractores Industriales		Otros	
	Gasolina	Gas-oil	Gasolina	Gas-oil	Gasolina	Gas-oil	Gasolina	Gas-oil	Gasolina	Gas-oil	Gasolina	Gas-oil
1996	20.322	177.042	-	2.866	599.030	369.333	31.217	-	-	9.387	-	-
1997	21.893	214.463	-	3.371	623.613	467.577	41.872	-	-	12.494	-	-
1998	21.217	246.433	-	3.657	662.798	620.172	56.152	-	-	14.952	166	2.352
1999	23.168	293.758	-	3.877	735.779	766.752	68.670	-	-	18.389	168	2.601
2000	20.228	285.391	-	3.365	681.967	785.193	72.075	-	-	19.256	168	2.691
2001	20.642	266.799	-	3.503	718.980	779.869	64.196	-	-	19.026	234	2.660
2002	16.160	256.936	-	3.145	603.178	805.226	63.416	-	-	18.423	273	3.045
2003	16.977	289.708	-	3.290	592.973	899.545	77.493	-	-	19.781	400	3.598
2004	17.201	326.777	-	3.659	578.340	1.075.458	123.195	-	-	20.618	476	3.982
2005	15.447	375.821	-	4.175	542.847	1.133.843	220.424	-	-	21.316	378	5.273

Anexo 3: Influencia de los biocarburantes en las variables macroeconómicas en los principales países productores

a. Estados Unidos

Tabla 10: Producción, consumo interno y exportación de maíz para EE.UU.

MAÍZ	PRODUCCION	CONSUMO INTERNO	EXPORTACIONES
AÑOS	(miles de toneladas)	(miles de toneladas)	(miles de toneladas)
1994	256616,71	201320,80	55295,91
1995	187299,97	130708,66	56591,31
1996	234518,67	188925,58	45593,09
1997	233858,27	195656,59	38201,68
1998	247879,10	197561,60	50317,50
1999	239547,88	190347,98	49199,90
2000	251841,50	202692,41	49149,10
2001	241478,28	193497,59	47980,70
2002	227762,26	187426,97	40335,28
2003	256261,11	208077,22	48183,90
2004	299898,40	253721,11	46177,29
2005	282296,16	227762,26	54533,91
2006	267589,54	210439,42	57150,11

Tabla 11: Cálculos sobre porcentajes para la realización de los gráficos

MAÍZ	DESTINO ETANOL	% DESTINO ETANOL	% DESTINO ETANOL
AÑOS	(miles de toneladas)	SOBRE CONSUMO	SOBRE PRODUCCIÓN
1994	13538,23	6,72	21,55
1995	10058,42	7,69	30,21
1996	10896,62	5,76	19,44
1997	12217,42	6,24	16,34
1998	13360,43	6,76	20,30
1999	14376,43	7,55	20,54
2000	15951,23	7,86	19,52
2001	17932,44	9,26	19,87
2002	25298,45	13,49	17,71
2003	29667,26	14,25	18,80
2004	33604,27	13,24	15,40
2005	40716,28	17,87	19,32
2006	54610,11	25,95	21,36

Tabla 12: Producción, consumo interno y exportación de trigo para EE.UU.

TRIGO	PRODUCCION	CONSUMO INTERNO	EXPORTACIONES
AÑOS	(miles de toneladas)	(miles de toneladas)	(miles de toneladas)
1994	63173,65	32998,39	30175,26
1995	59417,52	27870,66	31546,86
1996	61976,04	36550,59	25425,45
1997	67528,57	41112,52	26416,05
1998	69324,98	42858,13	26466,85
1999	62574,85	34914,19	27660,66
2000	60751,22	33801,77	26949,45
2001	53266,19	28856,74	24409,45
2002	43712,57	22122,53	21590,04
2003	63826,89	34413,63	29413,26
2004	58737,07	31660,62	27076,45
2005	57294,50	31665,85	25628,65
2006	49319,54	26459,49	22860,05

Tabla 13: Producción, consumo interno y exportación de soja para EE.UU.

SOJA	PRODUCCION	CONSUMO INTERNO	EXPORTACIONES
AÑOS	(miles de toneladas)	(miles de toneladas)	(miles de toneladas)
1994	68508,43	46638,99	21869,44
1995	59254,21	37638,77	21615,44
1996	64779,53	42376,69	22402,84
1997	73189,98	51015,74	22174,24
1998	74605,33	54158,29	20447,04
1999	72237,34	47472,29	24765,05
2000	75068,04	49667,99	25400,05
2001	78688,07	51662,42	27025,65
2002	75013,60	48495,95	26517,65
2003	66793,68	44441,64	22352,04
2004	85029,94	57166,08	27863,86
2005	83369,62	59315,77	24053,85
2006	86771,91	59339,86	27432,05

b. Brasil

Tabla 14: Precio del productor y valor de exportación

	PRECIO AL PRODUCTOR €	VALOR EXPORTACIÓN US\$/ton
1995	14,17	34,91
1996	14,92	32,96
1997	15,77	31,12
1998	14,65	27,5
1999	8,27	23,88
2000	10,38	27,4
2001	10,6	21,51
2002	8,56	24,08
2003	9,42	24

Tabla 15: Producción, exportación y consumo

	PRODUCCIÓN	EXPORTACIÓN	CONSUMO
1995	303699,49	40075,61	76405,65
1996	317105,98	34027,9	79388,89
1997	331612,67	36488,92	80531,07
1998	345254,98	48515,29	83797,73
1999	333848	71979,9	80620,14
2000	327704,99	41694,63	88772,89
2001	345942,02	65904,06	85824,77
2002	364391,01	80596,49	87108,69
2003	396012	76191,56	86301,53
2004	415205,84	100620,82	88828,61
2005	422926,36	149788,07	93033,57

c. Argentina

Tabla 16: Producción de las materias primas para Argentina

AÑO	PRODUCCIÓN ARGENTINA		
	SOJA (miles de toneladas)	MAÍZ (miles de toneladas)	TRIGO (miles de toneladas)
1995	12.618,7	11.989,5	12.140,5
1996	11.738,9	10.354,6	10.281,5
1997	9.492,1	14.154,2	15.279,2
1998	16.352,7	13.754,6	11.759,0
1999	16.765,8	16.342,0	15.307,8
2000	23.957,9	16.012,8	15.961,3
2001	26.880,9	15.359,4	15.959,4
2002	30.000,0	14.712,1	15.291,7
2003	34.818,6	15.044,5	12.301,4
2004	31.576,8	14.950,8	14.563,0
2005	38.300,0	20.482,6	15.970,1

Tabla 17: Consumos nacionales de las materias primas

AÑO	CONSUMO ARGENTINA		
	SOJA (miles de toneladas)	MAÍZ (miles de toneladas)	TRIGO (miles de toneladas)
1995	10.010,4	5.948,4	5.359,7
1996	9.624,5	3.323,6	4.448,8
1997	8.767,1	3.234,1	6.799,7
1998	13.159,0	1.420,5	1.616,1
1999	13.353,9	8.600,5	6.752,5
2000	19.821,8	5.212,7	5.166,4
2001	19.427,1	4.646,7	5.376,0
2002	23.829,4	5.411,6	6.419,1
2003	25.968,0	3.396,5	6.264,7
2004	24.909,0	4.670,6	4.607,0
2005	28.477,4	6.256,1	6.013,1

2. BIBLIOGRAFÍA

PARTE I: INTRODUCCIÓN

- http://ecosofia.org/2006/05/biodiesel_combustible_alternativo
- http://www.cleanairnet.org/infopool_es/1525/propertyvalue-17757.html#h2_3
- <http://www.eco2site.com/informes/biodiesel.asp>
- <http://www.concursoeducared.org/webs2005/sacogb07/INTRODUCCION.htm>
- <http://www.acopiadores.com/publico/atodotrigo/Tendencias%20globales%20en%20trigo%20y%20el%20desafio%20de%20la%20biotecnologia.pdf>
- <http://www.biodiesel.com.ar/index.php>
- http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_1/agricultura.htm
- <http://www.mityc.es/Petroleo/Seccion/Precios/Informes/InformesAnuales/>
- <http://www.appa.es>
- <http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/penx/pdfs/Etanol.pdf>
- <http://209.85.135.104/search?q=cache:eepMTbePSI8J:www.mcx.es/barcelona/documentos/biofuelesestadosunidos.ppt+subvenciones+ethanol&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=es>
- <http://www.eco2site.com/informes/biodiesel.asp>
- http://ecosofia.org/2006/05/biodiesel_combustible_alternativo

PARTE II: DESARROLLO DEL PROYECTO

1a. *Costes y subvenciones de los biocarburantes*

- <http://news.soliclima.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=99>
- <http://news.soliclima.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=110>

1b. *Comparativa de precios*

- Página web del ministerio de industria, turismo y comercio:
<http://www.mityc.es/Petroleo/Seccion/Precios/Informes/InformesMensuales/>
- <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/24459/L716.pdf>
- <http://www.iica.org.uy/data/documentos/106284.pdf>

1c. Viabilidad actual

Convertibilidad:

- <http://www.dailyfutures.com/grains/>
- <http://www.crisisenergetica.org/forum/viewtopic.php?forum=2&showtopic=37991&fromblock=yes>
- <http://www.dani2989.com/matiere1/preciopetroleo.htm>
- http://209.85.135.104/search?q=cache:Y_GJvrAXZ30J:www.analitica.com/va/economia/opinion/7964436.asp+valor+energetico+petroleo&hl=es&ct=clnk&cd=3&gl=es

Otros datos de esta sección:

- http://www.fagro.edu.uy/talleres/cebada/caract_cebada.pdf
- http://209.85.135.104/search?q=cache:IRhAKxuESVgJ:www.produccion.com.ar/2005/05oct_09.htm+hectarea+cultivada+equivalente+a+kilos+de+trigo&hl=es&ct=clnk&cd=6&gl=es
- <http://www.opec.org/library/FAQs/PetrolIndustry/q1.htm>
- <http://www.opec.org/library/Annual%20Statistical%20Bulletin/interactive/FileZ/worldmapz.htm>

2. Los biocarburantes en España

- www.appa.es
- www.biocarbuweb.es
- “Una estrategia para los biocarburantes en España” *PricewaterhouseCoopers y Appa. Junio 2005*
- Mercado de los biocombustibles www.iir.es
- Energía renovables y estabilidad normativa. www.appa.es
- Una obligación de biocarburantes para España. www.bio_oil2007.org
- “Una estrategia de biocarburantes para España (2005-2010)” *PricewaterhouseCoopers y Appa. Julio 2005*
- <http://www.mityc.es>
- “Biocarburantes como alternativa al petróleo” *Conferencias Interceconomía. www.appa.es Enero 2007*

3. Estados Unidos, Argentina y Brasil

- www.usda.com
- www.waob.com
- www.fao.com
- www.cbot.com
- www.ams.usda.gov/mnreports/WS_GR711.txt - 3k