

## **2. INTRODUCCIÓN**

---



## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL COMO COMBUSTIBLE**

El alcohol etílico o etanol es un producto químico que puede ser obtenido mediante la hidratación del etileno o a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales, tales como cereales, remolacha, caña de azúcar o biomasa. Estos azúcares están combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa. Cuando el etanol se obtiene a partir de estas materias primas de origen renovable se conoce como bioetanol.

En la actualidad el bioetanol es el biocombustible con mayor producción mundial, pero la utilización del etanol como combustible ha pasado por varias etapas a través de los años. En los orígenes de la industria del automóvil, finales del siglo XIX y principios del XX, fue el principal combustible, de hecho los motores de ciclo Otto se diseñaron en principio para funcionar con etanol. Posteriormente la industria se basó en el petróleo y el uso del etanol como combustible se descartó. A partir de los años veinte, con la inestabilidad del mercado del petróleo se volvió a invertir en el desarrollo del bioetanol para disminuir la dependencia con el petróleo. A partir de los años 80 a esta motivación se une la de carácter medioambiental. El creciente interés en la problemática del cambio climático, ha aumentado la búsqueda y el desarrollo de combustibles de menor impacto ambiental. Esto ha hecho que todos los procesos involucrados en la producción del bioetanol experimenten un desarrollo elevado y que el análisis para mejorar y optimizar sus diseños sea de gran actualidad.

En cuanto a la forma de uso del bioetanol como combustible esta puede ser como combustible puro, como mezcla con gasolina o como un aditivo de las mismas. Se desarrolla cada caso a continuación.

#### **2.1.1. EL BIOETANOL COMO COMBUSTIBLE PURO**

El etanol, como combustible único, es utilizado principalmente en Brasil y Argentina. Sin embargo su uso con temperaturas inferiores a 15 °C puede dar lugar a problemas de encendido, y es por ello que se le añade una pequeña cantidad de gasolina. La mezcla que se usa más ampliamente es el E85 que está compuesto de un 85% de etanol y un 15% de gasolina.



Desafortunadamente el etanol contiene menos energía por litro que las gasolinas, con lo que su rendimiento es menor, pudiendo llegar hasta un 30% menos cuando se utiliza el E85.

### **2.1.2. EL BIOETANOL COMO MEZCLA CON GASOLINA**

Más usado que el bioetanol puro es el combustible formado por una mezcla de etanol y agua. Los motores de encendido pueden funcionar con mezclas de hasta el 25% de alcohol deshidratado sin que sean necesarias modificaciones en el motor aunque su rendimiento varía respecto al combustible convencional (reducción de la potencia y el par motor, aumento del consumo y aumento de la corrosión de las partes metálicas y componentes de caucho). Sin embargo, ajustando algunos parámetros, estos factores pueden ser mejorados y así conseguir una combustión con menor índice de carbonización y emisión de gases contaminantes.

Es en Brasil donde más se han desarrollado las mezclas de etanol y gasolina, aumentando su proporción hasta un valor del 25%. Otros países que usan estas mezclas son Nicaragua, EEUU, Colombia, Argentina, Australia e India.

Sin embargo, el límite máximo de etanol en Europa está limitado por la especificación del contenido de oxígeno de 2,7%, que supone limitar el uso del etanol al 7,8% ya que este es un componente oxigenante de la gasolina. La oxigenación proporciona una combustión mejorada y más limpia reduciendo las emisiones de monóxido de carbono en los gases de escape. Por el contrario un exceso de oxígeno produce mayores cantidades de óxidos de nitrógeno y perjudican igualmente el funcionamiento de los catalizadores diseñadas para la eliminación de los mismos. En algunos países europeos se utiliza normalmente una mezcla del 5% de etanol. [1][2]

### **2.1.3. EL BIOETANOL COMO ADITIVO DE LAS GASOLINAS**

Otra alternativa para el uso del bioetanol como combustible es transformarlo para su utilización en aditivo de la gasolina, en lugar de como su sustituto. Para recuperar el número de octanos de las gasolinas sin plomos se pueden añadir aditivos oxigenantes como el metanol, etanol, tercbutil alcohol (TBA) o el metil-tercbutil éter (MTBE).



Pero el aditivo que se está imponiendo en los últimos años es el etil-tercbutil éter (ETBE) debido a que sus emisiones de hidrocarburos son menos tóxicas y que puede ser obtenido a partir de recursos renovables, lo cual no ocurre con el MTBE, proveniente del petróleo. El ETBE se obtiene por reacción catalítica de isobuteno y etanol, en una proporción de 1:0,8 y puede ser producido en las mismas plantas donde se produce el MTBE.

Las ventajas del ETBE frente al uso del bioetanol puro son su menor afinidad por el agua, una presión de vapor más adecuada y el no requerir modificaciones en los motores actuales. Por estas razones su uso se está imponiendo en Europa, y así todo el bioetanol dedicado a la automoción en España es convertido previamente en ETBE.

## **2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL BIOETANOL COMO COMBUSTIBLE**

### **2.2.1. VENTAJAS**

Las principales ventajas que presenta el bioetanol en su uso como combustible son [3]:

- La reducción de emisiones de NO<sub>x</sub>, CO e HC.
- Aumento del octanaje de las gasolinas.
- Creación de nuevos mercados para productos agrícolas

### **2.2.2 INCONVENIENTES**

Los principales inconvenientes que presenta el bioetanol en su uso como combustible son [3]:

- Menor poder calorífico que la gasolina
- Pérdida de potencia del motor
- Incremento de la corrosión en algunas partes metálicas
- Dificultades de arranque en frío
- Problemas por evaporación en altitud y a elevadas temperaturas
- Mayor coste que los combustibles fósiles en la actualidad



## 2.3. EXPECTATIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

### 2.3.1. EL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010

#### 2.3.1.1. OBJETIVOS EN BIOETANOL DEL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010

La producción de bioetanol como combustible tanto a nivel mundial como europeo ha experimentado hasta nuestros días un crecimiento constante como se muestra en las siguientes gráficas.

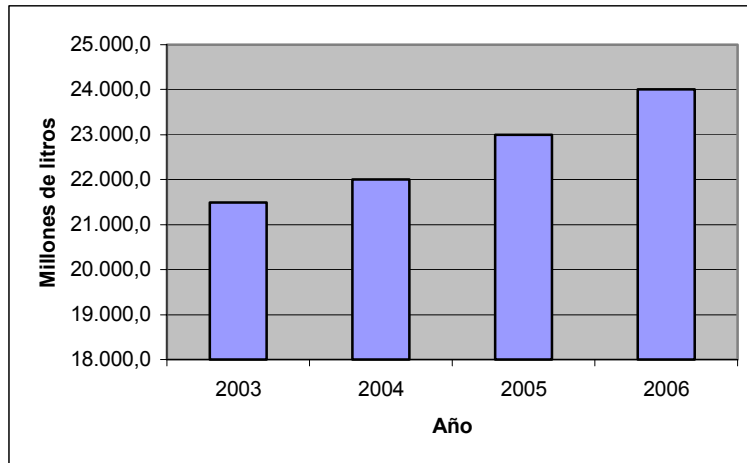


Gráfico 2.1. Producción mundial de bioetanol para combustible 2003-2006 [4]

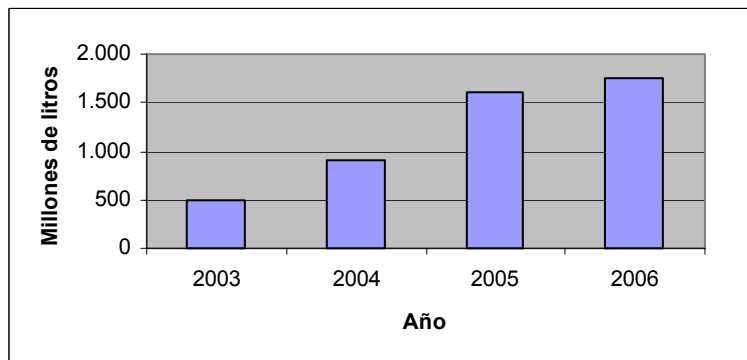


Gráfico 2.2. Producción en Europa de bioetanol 2003-2006 [4]

En el caso de la UE la producción de bioetanol se ve favorecida por diversos factores como son:

- la necesidad de reducir la dependencia de las importaciones del petróleo, aumentar la seguridad y el control sobre una fuente de energía sostenible
- disminuir riesgos ambientales



- generar empleos en el área rural
- la posibilidad de explotar como cultivos energéticos las tierras cultivables que han quedado comprendidas en los acuerdos de retirada obligatoria de la producción firmados por los países miembros

Por ello la actual política europea favorece el desarrollo en la producción de bioetanol y así se refleja en el área de biocarburantes del Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) 2000-2010 de 1999. El objetivo que establece este plan es el de una producción de biocarburantes de 500 ktep en 2010, de los que 400 ktep corresponden al bioetanol.

El nuevo Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2020 fija como objetivo alcanzar los 2,2 millones de tep, es decir multiplicar por cuatro el consumo previsto en el Plan de Fomento 2000-2010. Este Plan señala que en el 2010 el consumo de biocarburantes deberá ser del 5,83% del consumo de gasolina y gasóleo para el transporte, por encima de los objetivos de la Directiva 2003 que fija un 5,75% en el 2010.

Esto llevaría a tener que incrementar la producción de biocarburantes en el periodo 2005-2010 en 1.971.180 tep. Sumando este valor con la producción alcanzada en el 2004, representaría tener que producir 2.200 ktep en el 2010. El objetivo para el bioetanol sería elevar la producción en 750.000 tep.

En la siguiente tabla se refleja una comparativa entre la situación en el año 2004 y los objetivos mencionados para el año 2010, tanto del anterior Plan de Fomento como del Plan de Energías Renovables (PFER) 2005-2010 en España. La distribución relativa al Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 responde a una relación de proyectos que en la actualidad se encuentran en estado de ejecución o estudio, y es, por tanto, fruto de la experiencia acumulada sobre el sector. [5] [6]



CCAA	Situación 2004 (tep)	Objetivos totales acumulados	
		Objetivos PFER 2010 (tep)	Objetivo PER 2010 (tep)
Andalucía	0	100.000	88.000
Aragón	0	50.000	88.000
Asturias	3.600	0	44.000
Baleares	0	0	44.000
Canarias	0	0	0
Cantabria	0	0	220.000
C. León	0	100.000	330.000
C. La Mancha	36.000	50.000	176.000
Cataluña	50.400	50.000	330.000
Extremadura	0	50.000	176.000
Galicia	64.500	50.000	220.000
Madrid	4.500	0	22.000
Murcia	51.200	50.000	220.000
Navarra	0	0	154.000
La Rioja	0	0	0
C. Valenciana	0	0	0
País Vasco	18.000	0	88.000
<b>TOTAL</b>	<b>228.200</b>	<b>500.000</b>	<b>2.200.000</b>

Tabla 2.1. Objetivos del PFER y PER por CCAA [5] [6]

### 2.3.1.2. MEDIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN

Además del incentivo fiscal de un tipo cero para el biocarburante producido se propone la adopción de una serie de medidas, de las que se mencionan las más importantes:

- Extender el esquema actual de incentivos fiscales al menos durante los diez primeros años de la vida de un proyecto.
- Desarrollo de todas las posibilidades que ofrece la Política Agraria Común (PAC), en particular las que se refieren a ayudas europeas y nacionales para producir cultivos energéticos.
- Desarrollo de una logística de recogida de aceites vegetales usados.
- Desarrollo y selección de nuevas especies de oleaginosas, adaptadas a las características agronómicas de España.

En el caso del bioetanol, el principal apoyo público lo constituye el tipo cero del impuesto sobre hidrocarburos. Para alcanzar los objetivos establecidos por el Plan en esta área, el apoyo público a los biocarburantes, a través de exención fiscal del



impuesto de hidrocarburos asciende a 2.855 millones de euros a lo largo de todo el período 2005-2010.

### **2.3.2. FACTORES A FAVOR DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL**

Además de la política de la UE que establece, como ya se ha indicado, medidas que favorecen el aumento en la producción de bioetanol, existen otros factores que favorecen el desarrollo de este sector.

Se tienen *ventajas medioambientales* por la disminución en la emisión de dióxido de carbono entre un 40% y un 80% respecto a los combustibles convencionales, y no emiten dióxido de azufre (causante de la lluvia ácida) ni partículas, metales pesados, monóxido de carbono, hidrocarburos aromáticos policíclicos y compuestos orgánicos volátiles.

Se tienen *ventajas socioeconómicas* debido a que constituyen una alternativa para aquellas tierras agrícolas afectadas por la Política Agrícola Común (PAC). De esta forma, se fijaría la población en el ámbito rural, manteniendo los niveles de trabajo y renta, y fomentando la creación de diferentes industrias agrarias.

Se reduce la dependencia del petróleo importado dando *mayor seguridad de suministro*.

Se tiene mayor *eficiencia energética* debido a que, según estudios de Análisis del Ciclo de Vida, se tiene 49% más de energía en el bioetanol producido que la utilizada para su producción.

Todos estos factores indican un futuro prometedor para la producción de bioetanol, si bien, el aumento del precio del cereal últimamente hace más necesario el desarrollo de alternativas en las materias primas utilizables, así como la optimización del proceso de producción que sigan haciendo rentable el uso de bioetanol como combustible.



## 2.4. LA DESTILACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

La destilación constituye una de las etapas fundamentales dentro del proceso de producción de bioetanol. Como puede observarse en el siguiente gráfico, independientemente de la materia prima y de los procesos previos, la destilación es siempre la última etapa en la obtención del etanol.

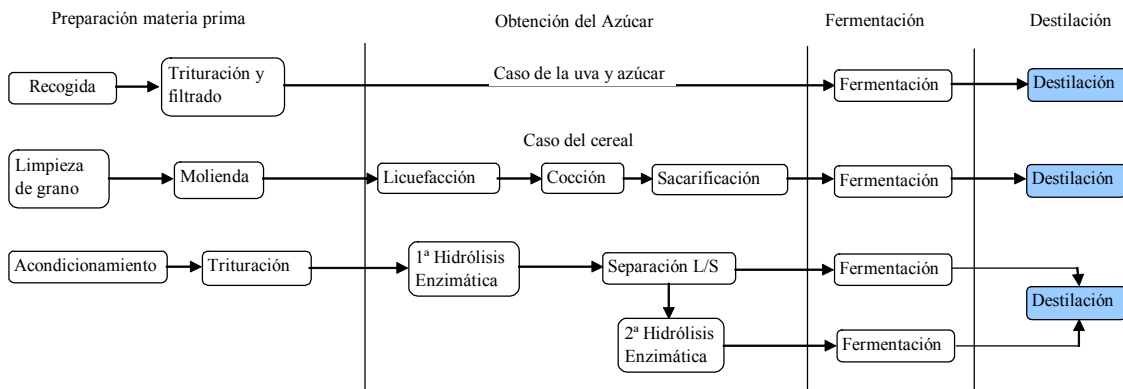


Gráfico 2.3. Los distintos procesos de producción de bioetanol [7]

Dentro del proceso de producción de bioetanol la destilación constituye uno de los pasos donde mayor consumo de energía se requiere. Por tanto, la viabilidad económica de la producción de bioetanol se ve ligada a una optimización en el uso de la energía en el proceso de destilación.

De lo anterior se entiende la importancia en el diseño del proceso de destilación que optimice las necesidades energéticas en el proceso.

Es además el proceso donde se definen las características del bioetanol, por lo que un buen diseño que elimine de forma óptima las impurezas provenientes de la fermentación es fundamental.