

**C E S P A**

Centro de Estudios de la Situación  
y Perspectivas de la Argentina

**Biocombustibles: expansión de una industria naciente y  
posibilidades para Argentina.**

*Jorge Schvarzer  
Andrés Tavosnanska  
Diciembre de 2007*

**Documento de Trabajo N°13**



**Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas**



Av. Córdoba 2122 (C 1120 AAQ)  
Ciudad de Buenos Aires  
E-mail: [cespa@econ.uba.ar](mailto:cespa@econ.uba.ar)  
<http://www.econ.uba.ar/cespa>

El alza sorprendente del precio del petróleo en los últimos años ha tenido impactos en los más variados espacios económicos. La posibilidad de que el precio del barril llegue, y se mantenga, en torno a los cien dólares ha modificado las expectativas económicas en una medida sólo comparable con lo ocurrido con los dos primeros shocks del petróleo en los años 1973 y 1979. Entonces, y ahora, las señales del mercado llevaron a la conclusión de que el petróleo puede agotarse, aunque esa hipótesis viene siendo afirmada desde hace larga data por geólogos y especialistas. Esta situación contrasta con la situación del prolongado período durante el cual los precios se ubicaron en una franja entre 15 y 25 dólares por barril que había adormecido a las opiniones críticas.

Las explicaciones sobre las causas del aumento del precio no siempre son satisfactorias pero el resultado es un dato objetivo que debe ser tenido en cuenta. En principio, la gama de respuestas a ese aumento incluyen acciones sobre la demanda, como las intenciones de reducir el consumo de energía (dado que hay evidencias de usos exagerados apoyados en los bajos costos históricos) y otras del lado de la oferta como el acento puesto en la exploración de nuevas fuentes naturales para satisfacer la demanda.

Las nuevas fuentes posibles son múltiples e incluyen a la ya clásica energía hidroeléctrica y la nuclear, que vuelve por sus fueros; asimismo, aparecen otras menos desarrolladas, en rápido proceso de consolidación, como la eólica, los paneles solares, el hidrógeno y otras alternativas posibles. En ese listado figuran también los biocombustibles que ofrecen la ventaja de basarse en fuentes naturales renovables y que están experimentando un notable salto en su producción y demanda.

El nuevo panorama de la energía encuentra a la Argentina dotada de una serie de condiciones naturales y aprendidas que la ubican en una posición interesante frente a las nuevas demandas.

En primer lugar, el país cuenta con una disponibilidad de recursos naturales y capacidades desarrolladas que pueden servir de base para el impulso de las nuevas tecnologías para producir energía. Entre ellas se encuentran varias décadas de desarrollo de la energía nuclear, la disponibilidad de yacimientos de uranio a ser explotados, un enorme potencial para la energía eólica (especialmente en la Patagonia) y la posibilidad de construir nuevas centrales hidroeléctricas de gran capacidad. A este capital se suma la oferta potencial del sector agrícola, hoy revalorizado por su rol central en las nuevas fuentes de energía. El país tiene la ventaja de contar con amplias extensiones de tierras fértiles disponibles y una amplia experiencia en el desarrollo de variedades agrícolas, nuevas técnicas de siembra, utilización y fabricación de maquinaria de última tecnología, etc. Además, cuenta con una industria aceitera eficiente y de gran escala, junto con una cierta experiencia acumulada en la producción de etanol (antes llamadoalconafta).

Por otro lado, la necesidad mundial de cambiar sus fuentes de energía confluye en nuestro país con las dificultades para asegurar un escenario de auto abastecimiento en el mediano plazo. La matriz energética argentina está basada en el petróleo y el

gas, que ofrecen un horizonte local de reservas en franca disminución, planteando la posibilidad de que el país se convierta en importador neto en el corto plazo.

En este contexto surgen los biocombustibles como una alternativa posible y positiva ante los desafíos que enfrentan la economía mundial y, en particular, la argentina. En el mundo se apuesta al biodiesel y al etanol para comenzar un reemplazo gradual, y acotado, del petróleo con la doble ventaja potencial de que ambos se originan en fuentes renovables y, en menor medida, en que permitirían reducir las emisiones de carbono que provocan el calentamiento global. En nuestro país, los biocombustibles se presentan potencialmente como un área productiva cuyo desarrollo podría contribuir a potenciar el crecimiento del sector agropecuario y de algunas economías regionales, diversificar la matriz energética (sustituyendo parte de las crecientes importaciones petroleras), generar empleo e incluso convertirse en una fuente importante de divisas.

Por esas razones, este trabajo ensaya trazar un panorama general de la oferta y demanda de los biocombustibles, tanto en el ámbito mundial como en nuestro país, tratando de evaluar las posibilidades de que se conviertan en una alternativa a los combustibles fósiles y de estimar el verdadero impacto económico que su producción puede generar.

Los biocombustibles son un fenómeno relativamente reciente (al menos en lo que respecta a su producción a gran escala), acompañado por un ritmo casi increíble de avance en estos últimos años. La novedad del tema y la rapidez del cambio provocan una notable escasez de información estadística confiable que, por otro lado, se convierte en obsoleta a poco andar. Por ello se han recurrido a una gran variedad de fuentes de información, que ofrecen distintos grados de precisión, pero que, en conjunto, permiten acercarse a las características principales de esta industria naciente.

La primera sección presenta una breve introducción general, para lo cual repasa algunas de las características del mercado de combustibles argentino y del mundo. La segunda sección presenta las normas regulatorias del sector, establecidas en la reciente ley 26.093 que está dando lugar a la expansión de la oferta local. Las dos siguientes estudian la producción de biodiesel y del etanol, las dos principales alternativas provenientes de la agricultura para reemplazar, respectivamente, al diesel y a la nafta. En ambos casos se analiza, en primer lugar, la actual configuración del mercado mundial de cada uno de esos productos y las perspectivas de evolución para los principales productores. Luego se enfoca la producción argentina, examinando la escala de producción, la distribución geográfica y las principales empresas productoras. A continuación se exploran las distintas materias primas que se pueden utilizar para elaborar cada uno de esos combustibles, las dificultades que cada una plantea y el impacto económico que pueden generar.

A continuación, y a modo de balance, se analizan algunas de las mayores características de estos cambios y los problemas y desafíos que se plantean en medio de un proceso cuyo ritmo provoca que las conclusiones puedan quedar obsoletas no bien se hayan terminado de escribir.

## ***I. Del combustible al biocombustible***

Los combustibles fósiles forman una parte decisiva de la oferta energética de todas las economías, aunque la perspectiva de su agotamiento, agudizadas por el aumento reciente de los precios, comenzó a plantear la necesidad de encontrar alternativas. Las que se van dibujando son de distinto carácter, desde la energía eólica y solar hasta la nuclear y en la que aparecen como factibles a corto plazo aquellas fuentes de energía renovables conocidas como biocombustibles. Para poner ese tema en perspectiva, conviene observar la matriz energética argentina y la forma que está adoptando el proceso de producción de biocombustibles.

### **I.1 Matriz energética argentina**

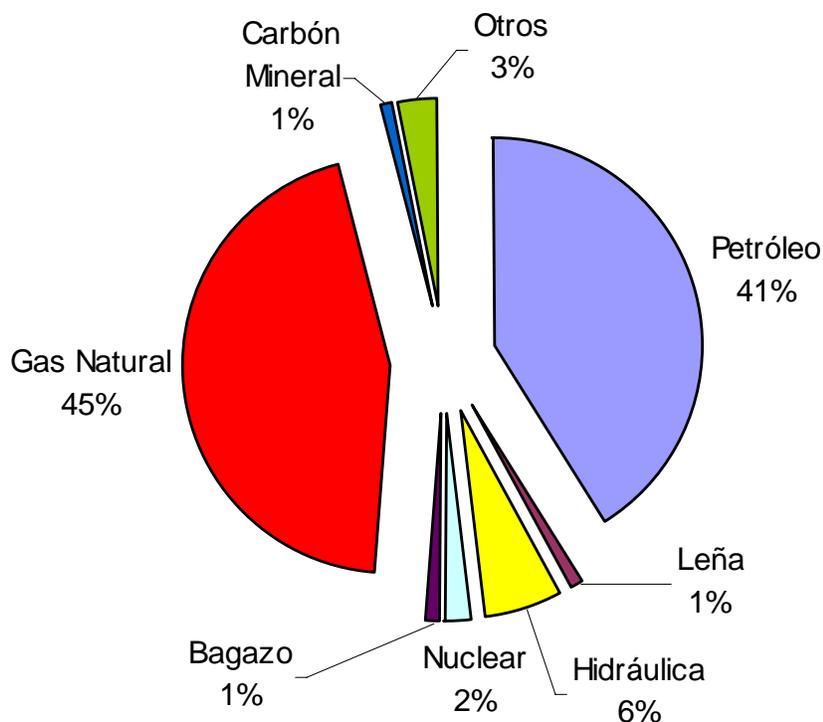
La matriz energética de un país mide la participación de cada fuente primaria en la oferta total. Si la energía eléctrica proviene de fuentes hídricas, será tomada como tal, pero si se genera a partir del petróleo, por ejemplo, lo que se toma es el consumo de este combustible para producirla. El resultado revela la dependencia de una sola fuente o la diversificación de la oferta.

En el caso argentino, la matriz energética exhibe un elevado grado de dependencia de los combustibles fósiles. El gas natural y el petróleo proveen en conjunto el 86% de la energía utilizada por el país, cuyo aporte se divide en proporciones semejantes. En el otro extremo, las fuentes renovables ocupan un espacio marginal. La energía hidráulica, que representa el 6% de la oferta energética total y la energía nuclear con el 2%, son las más importantes. En un contexto en el cual las reservas locales de gas y petróleo se encuentran en mínimos históricos (en relación al consumo), la concentración de la matriz energética en dichos combustibles revela la fragilidad de la situación en la que se encuentra el país.

Este resultado se debe, en cierta medida, a la suspensión de diversos proyectos hidroeléctricos y nucleares decidida a partir del proceso de privatización de la energía a comienzos de la década de 1990. La privatización, además, contribuyó a que el país apostara al gas, debido al descubrimiento de una masa apreciable de reservas naturales de bajo costo de extracción que fueron consumidas, o exportadas, más rápido de lo esperado en esa misma década con las consiguientes tensiones actuales. La caída de las reservas de gas y petróleo coloca al país frente a la posible necesidad de importar buena parte de los combustibles que requiere a los costos del mercado mundial que implicarían un elevado esfuerzo en divisas.

La dependencia nacional del petróleo y el gas contrasta con otros países donde la oferta está más diversificada, como ocurre en el caso de Francia, que depende en buena medida de la energía nuclear, o de China, que continua usando carbón en una proporción apreciable mientras modifica su estructura económica.

**Gráfico 1. Matriz energética argentina.**

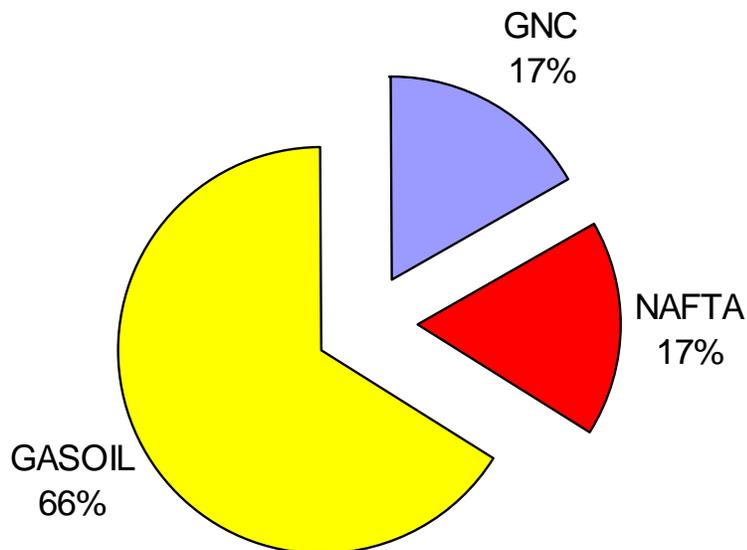


**Fuente:** Secretaría de Energía

En Argentina, el combustible más utilizado es el gasoil, que representa dos tercios del uso de combustibles. Luego se encuentran las naftas y el GNC, con un 17% cada uno. Por consiguiente, en caso de que se tome la decisión de tender hacia un mayor consumo de combustibles renovables en el mercado interno, sería razonable que el acento esté puesto principalmente en la producción de biodiesel, antes que de etanol. En efecto, el biodiesel, que proviene básicamente de las oleaginosas, puede usarse como mezcla en el gas oil, a diferencia del bioetanol que se combina mejor con la nafta. Por eso, la decisión de un país de incentivar la producción de bioetanol o biodiesel está en estrecha relación, del lado de la demanda, con el combustible más usado en su mercado y, del lado de la oferta, con su capacidad para producirlo.

La Argentina ofrece capacidad para ofrecer ambos y, naturalmente, cada uno de estos dos biocombustibles podría producirse para exportar (decisión que ya se tomó con en biodiesel) en el caso de que se considere conveniente, con lo cual la decisión tiende a independizarse del mercado interno.

**Gráfico 2. Participación en el uso de combustibles**

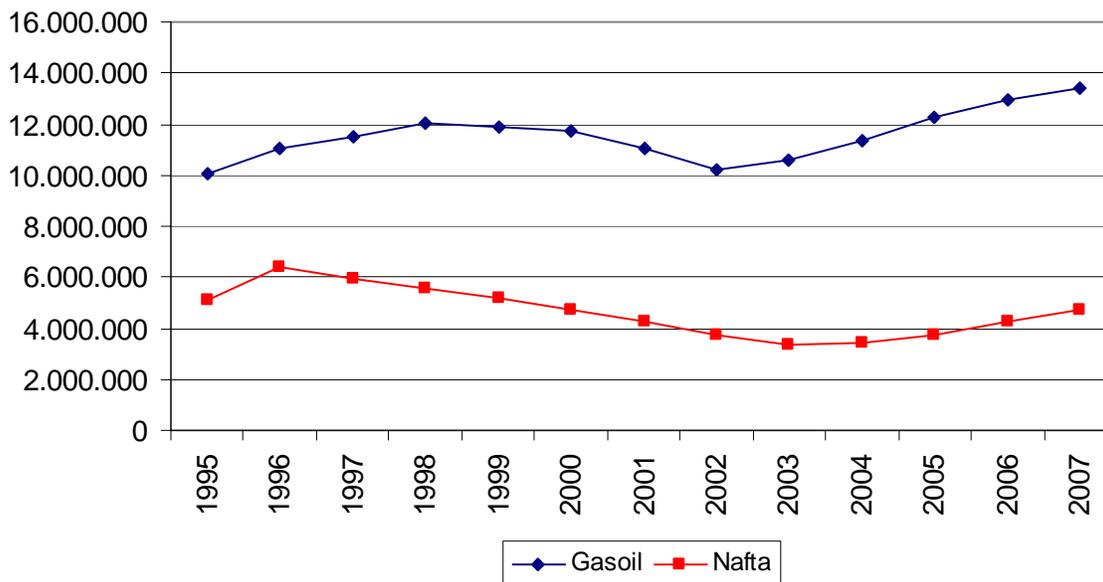


**Fuente:** Secretaría de Energía

La mayor demanda de gas oil se origina en el transporte (camiones y autos) a la que se agrega la que generan las máquinas agrícolas (con presencia creciente en el agro) y la producción de electricidad, generalmente en reemplazo del gas. Esas demandas de distinto origen explican que el consumo de gasoil se encuentre creciendo a un acelerado ritmo desde el 2003. En los últimos cuatro años se incrementó un 26% y se espera que en el 2007 se acerque a los 13,4 millones de metros cúbicos.

Por su parte, el consumo de nafta, en franco descenso desde 1996 (debido a la amplia expansión de los motores a GNC), ha comenzado a recuperarse y superará este año los 4,5 millones de m<sup>3</sup>. Su crecimiento es incluso más acelerado que el del consumo de gasoil, ya que en cuatro años se incrementó un 40%, aunque todavía no volvió a su pico máximo de 1996 y cabría esperar una desaceleración futura dada la evolución previa.

**Gráfico 3. Consumo argentino de gasoil y nafta, 1995-2007, en metros cúbicos.**



**Fuente:** Secretaría de Energía

**Nota:** 2007 estimado en base a datos del primer semestre

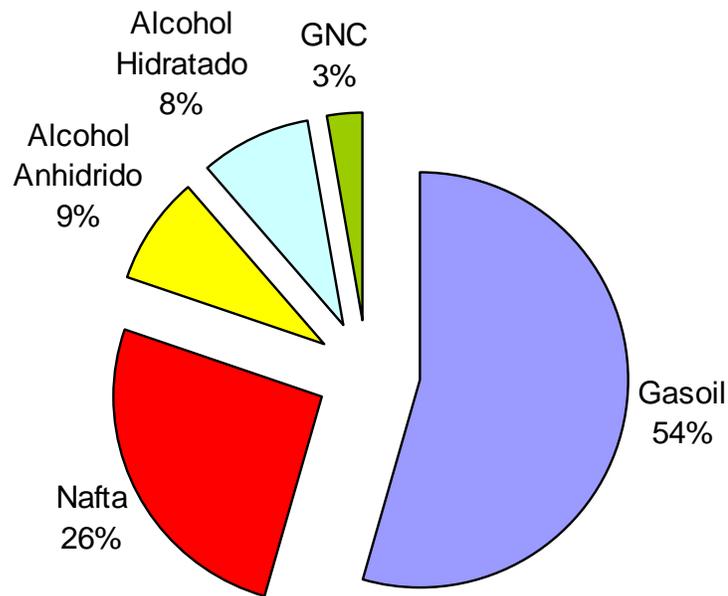
## 1.2 Expansión internacional de los biocombustibles

La demanda de biocombustibles ha crecido a pasos agigantados a partir de los aumentos vertiginosos del precio del petróleo en los últimos años, dado que pasó de menos de 20 dólares el barril a cerca de 100 en la actualidad. Ese impacto motivó a diversos gobiernos a impulsar la producción de combustibles renovables aunque no siempre ese reemplazo es económico porque depende de los precios relativos de estos respecto al precio del petróleo y ambos son variables. Frente a esa fuente de incertidumbre, distintos gobiernos generan una demanda para los biocombustibles mediante la obligación legal de mezclarlos en una cierta proporción con la nafta o el diesel, independientemente de su precio.

Brasil comenzó un programa de ese carácter durante la primera ola de subas de precio del petróleo en la década de 1970, y lo mantuvo en vigor a pesar de la caída de los precios de ese combustibles, que ocurrió en el ínterin. Esa estabilidad de la política de ese país permite que hoy se encuentre un paso adelante en la producción y utilización de combustibles renovables, ya que cuenta en su haber varias décadas de continuidad en programas de promoción del uso de etanol y de mejoras en su eficiencia productiva. Desde 1976, entre el 20 y el 25% de la gasolina vendida en las estaciones del país vecino es cortada con alcohol debido a decisiones tomadas en aquel entonces, cuando había ausencia de ese recurso en dicho país (ausencia que se superó, luego, gracias a firmes políticas de exploración de petróleo en todo el territorio nacional). El esfuerzo de reemplazo se refleja en su matriz de combustibles vehiculares, donde el alcohol representa un 17%.

El caso brasilero, uno de los más avanzados en cuanto a reemplazo de combustibles, muestra el potencial posible de desarrollo de combustibles alternativos siempre que se mantengan políticas constantes y adecuadas.

**Gráfico 4. Matriz de combustibles vehiculares de Brasil, 2005.**



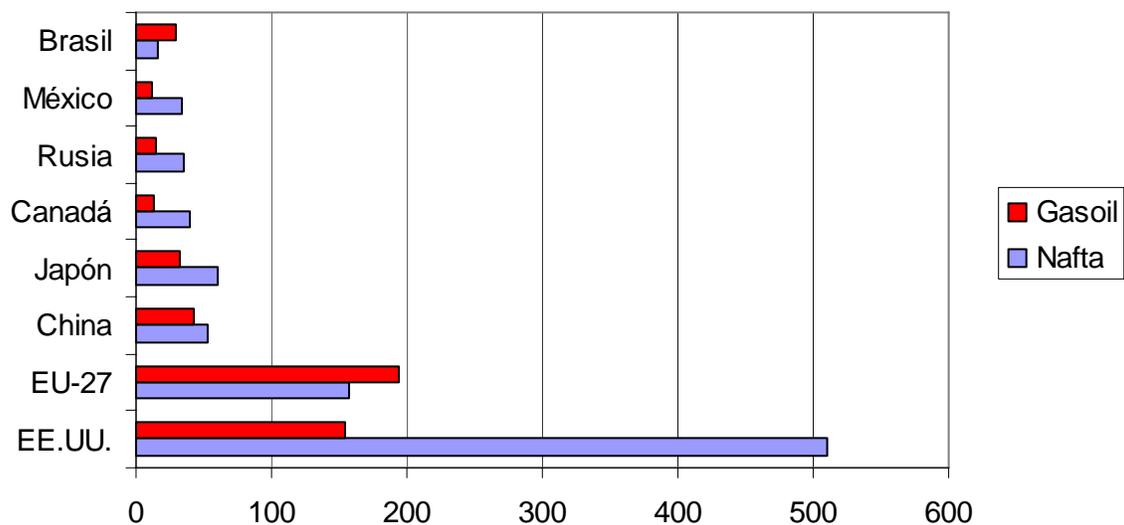
**Fuente:** Ministerio de Minas e Energía

De todos modos, Brasil es un gran productor de etanol pero un pequeño consumidor, en términos relativos, de combustibles líquidos. Como se ve en el Gráfico 5, el consumo de Estados Unidos más que duplica al de la Unión Europea y es mayor que el consumo acumulado de las diez naciones que le siguen en la lista.

Estados Unidos es el mayor consumidor de combustibles fósiles y su consumo de naftas es tres veces mayor que el de gasoil. Por esa razón, los esfuerzos para incrementar el uso de combustibles renovables en dicho país están enfocados en la producción de etanol.

La Unión Europea, al igual que Argentina, tiene un consumo de gasoil que supera el de nafta, lo cual contribuye a explicar la fuerte expansión de la producción de biodiesel, a pesar de que las normas sobre el corte obligatorio permiten elegir que tipo de biocombustibles utilizar.

**Gráfico 5. Consumo de gasoil y nafta en países seleccionados, en millones de m<sup>3</sup>**



Fuente: USDA

### **1.3 Política argentina en la ley de promoción de biocombustibles**

En 2006 se promulgó en el país la ley 26.093, que establece un régimen especial de promoción para la producción y uso sustentables de los biocombustibles. Esta norma establece un corte mínimo de biocombustibles en los combustibles utilizados, ofrece incentivos a la inversión y crea una autoridad de regulación del sector.

Las principales medidas para incentivar la producción de biocombustibles son la oferta de incentivos fiscales a la inversión sumado a la creación legal de una demanda interna mínima. La ley establece la obligatoriedad de mezclar la nafta y el gasoil con un 5% como mínimo de bioetanol y biodiesel a partir de 2010. De esta forma, crea un mercado interno que demandará alrededor de 700 mil m<sup>3</sup> de biodiesel y 250 mil m<sup>3</sup> de etanol a partir del año mencionado.

Los incentivos a la inversión y fiscales, destinados exclusivamente para quienes produzcan para el mercado interno, son de distintos tipos e incluyen devolución anticipada de IVA y/o amortización acelerada de bienes de uso, exención en el Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta por tres ejercicios, exención al Impuesto a los Combustibles Líquidos y Gaseosos (19% para gasolina y diesel), exención de la Tasa Diesel (20.2% para diesel), exención de la Tasa Hídrica (19% para gasolina). En definitiva, la ley asegura una cierta demanda futura y promueve la oferta al eximir a los biocombustibles de ciertos impuestos, con lo cual apuesta a crear un ámbito de referencia que permita la producción a precios competitivos con la nafta y el gasoil.

La promoción tiene como beneficiarios explícitos a las industrias radicadas en el país y a empresas con mayoría de capital social en poder del Estado Nacional,

Provincial o Municipal o de productores agropecuarios. Además dará prioridad a las PYMES, a los productores agropecuarios y a las economías regionales.

Por otro lado, la ley crea una Autoridad de aplicación cuyas funciones serán, entre otras, las de promover la investigación, la producción sustentable y el uso de biocombustibles; establecer normas de calidad; establecer los criterios para la aprobación de los proyectos elegibles para los beneficios ofrecidos en la ley y administrar los subsidios que eventualmente otorgue el Congreso Nacional.

Además, se le otorga a la Secretaría de Agricultura el rol de promover cultivos alternativos destinados a la producción de biocombustibles, para lo cual también participará en el Foro Nacional de Cultivos Energéticos Alternativos que llevará a cabo en conjunto con el INTA, SECyT y el sector privado.

La ley 26.093 es actualmente blanco de una serie de cuestionamientos del sector privado. La primer crítica que se le hace consiste en que no ha incluido la estabilidad fiscal por 15 años, propuesta que se encontraba en las primeras versiones de la ley, pero que fue finalmente descartada. En segundo lugar, se señala la imprecisión acerca del precio al que se comprarán los biocombustibles. La ley establece que se pagará un precio que asegure una ganancia razonable a los productores, pero no da mayores precisiones. Lo cierto es que la intensa evolución de los precios del petróleo, sumados al proceso de inflación local, impide una certidumbre clara respecto a los precios futuros de esos reemplazos. Los críticos afirman que estos dos componentes de la ley generan un entorno de incertidumbre que dificulta la entrada de pequeñas y medianas empresas, más expuestas a estos riesgos, aunque es cierto que la indeterminación de precios futuros es un problema mundial.

## ***II. Biodiesel***

### **2.1 Mercado mundial de biodiesel**

El biodiesel es un combustible renovable que se puede usar puro o como mezcla con los combustibles fósiles en cualquier proporción que se obtiene de aceites vegetales y grasas animales, a través de un proceso de transesterificación. A pesar de que aparenta ser una innovación reciente tiene una larga historia. El motor diesel fue inventado y patentado por Rudolf Diesel en 1892 que, a los pocos años, lo exhibía funcionando en base a aceite de maní. La posterior oferta masiva de combustibles a base de petróleo dejó de lado esa alternativa que, irónicamente, hoy aparece como una novedad.

Los estudios actuales muestran que el biodiesel cumple con dos condiciones básicas que sustentan la decisión de utilizarlo para reemplazar a los combustibles fósiles: reduce las emisiones de gases contaminantes y tiene un balance energético positivo en su producción. En cuanto a las emisiones de gases, existen distintos trabajos que se refieren al tema, como los efectuados por la Secretaría de Agricultura, el INTA y

la Universidad de Minnesota<sup>1</sup> que coinciden en estimar la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en los motores en valores de entre 40 y 50%.

Por otro lado, según estudios de la Universidad de Minnesota, el biodiesel de soja produce un 93% más de energía de la que se utiliza para producirlo. Este es un factor de importancia, ya que en algunos casos, como el del bioetanol de maíz, el balance energético es muy reducido, lo que implica que la mayor parte de la energía obtenida del biodiesel es utilizada previamente para generar su misma producción (tema que se trata en detalle más adelante).

### **2.1.1 Producción mundial de biodiesel**

La producción mundial de biodiesel era insignificante a principios de la década del noventa. Las pruebas realizadas previamente fueron abortadas ante la caída del precio del petróleo en esos años; luego, con las subas posteriores de ese recurso, la producción de este medio alternativo se revitalizó.

La producción no alcanzaba los cien mil metros cúbicos en 1992 pero se acercaba al millón en el año 2000 y siguió creciendo a ritmo notable hasta multiplicarse por 4 en el quinquenio siguiente. Los 14 millones de toneladas estimados para 2007 exhiben un aumento de alrededor de cien veces en una década y marcan un ritmo que puede arrojar magnitudes muy significativas en pocos años más.

Esos avances se explican por el hecho de que en los últimos años, el panorama del sector cambió por completo. La escalada del precio del petróleo fue enfrentada por la decisión de la Unión Europea de incrementar la participación de los combustibles renovables en su matriz energética, con el objetivo de diversificar la oferta, alcanzar cierto grado de autoabastecimiento energético y reducir las emisiones netas de carbono. La meta impuesta para el año 2005 pide un corte mínimo de 2% de biocombustibles, que se eleva gradualmente, hasta llegar al 5,75% en 2010; si bien esos valores parecen reducidos en términos porcentuales, ellos expresan magnitudes muy apreciables en volúmenes con una clara presión sobre la oferta posible.

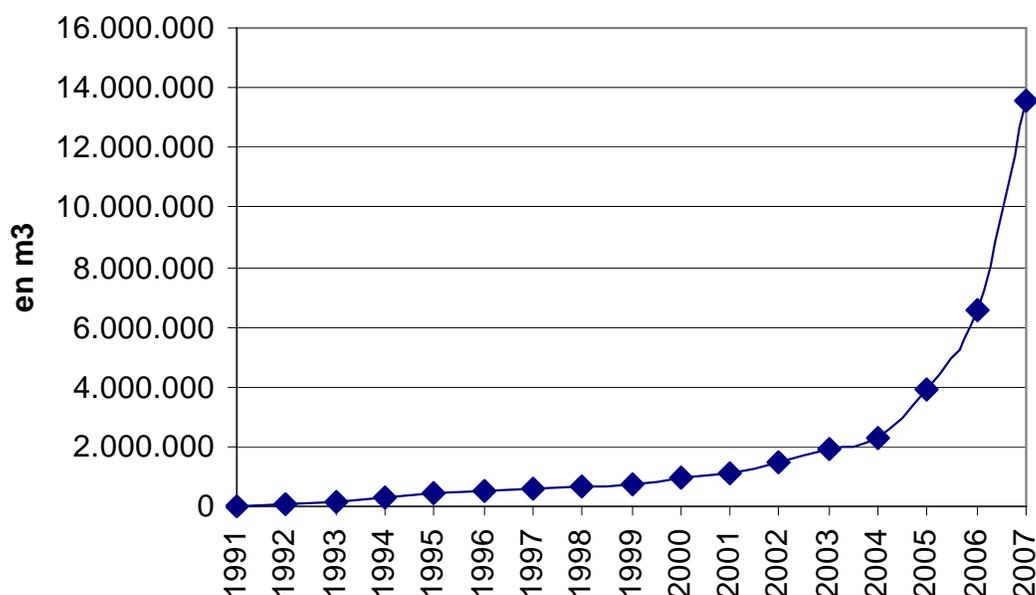
Entre 2005 y 2007 se generalizan las leyes en distintos países del mundo que establecen incentivos fiscales y cortes de mezcla obligatorios, que dieron un nuevo impulso al sector. De esta forma se produce la entrada de una nueva serie de jugadores, entre los que se encuentran los Estados Unidos, Brasil y Argentina, dispuestos tanto a atender su respectivo mercado interno como las demandas del mercado mundial. Las decisiones ya mencionadas de la Unión Europea implican que en 2005 entró en vigencia el corte obligatorio de 2% de biocombustibles generando una demanda creciente. Sólo la conjunción de estos dos factores permiten comprender la magnitud del crecimiento de la producción en el último bienio, que llegó a superar los 14 millones de m<sup>3</sup> en el 2007.

---

<sup>1</sup> “Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels”, Jason Hill, Erik Nelson, David Tilman, Stephen Polasky y Douglas Tiffany, Universidad de Minnesota.

A pesar de la aparición de nuevos productores de peso, la Unión Europea sigue siendo el ámbito de concentración de la industria, tanto del lado de la oferta como de la demanda. Tan sólo Alemania es responsable de alrededor de un tercio de la producción mundial, con casi 5 millones de metros cúbicos, a los que se suma el resto de los países de la UE que aportan otros 7 millones adicionales.

**Gráfico 6. Producción mundial de biodiesel, 1991-2007, en metros cúbicos.**



**Fuente:** F.O. Licht para 1991-2005. Estimaciones para 2006-2007.

**Tabla 1. Producción de biodiesel en países seleccionados, 2004-2007, en miles de metros cúbicos**

	2004	2005	2006	2007*
Alemania	1.181	1.905	3.039	4.481
Italia	365	452	510	1.169
Francia	397	561	848	890
Reino Unido	10	58	219	562
Austria	65	97	140	279
Resto de UE27	187	560	825	2.491
Estados Unidos	94	283	946	3.683
<b>Total Grupo</b>	<b>2.304</b>	<b>3.921</b>	<b>6.531</b>	<b>13.557</b>

**Fuente:** European Biodiesel Board y National Biodiesel Board

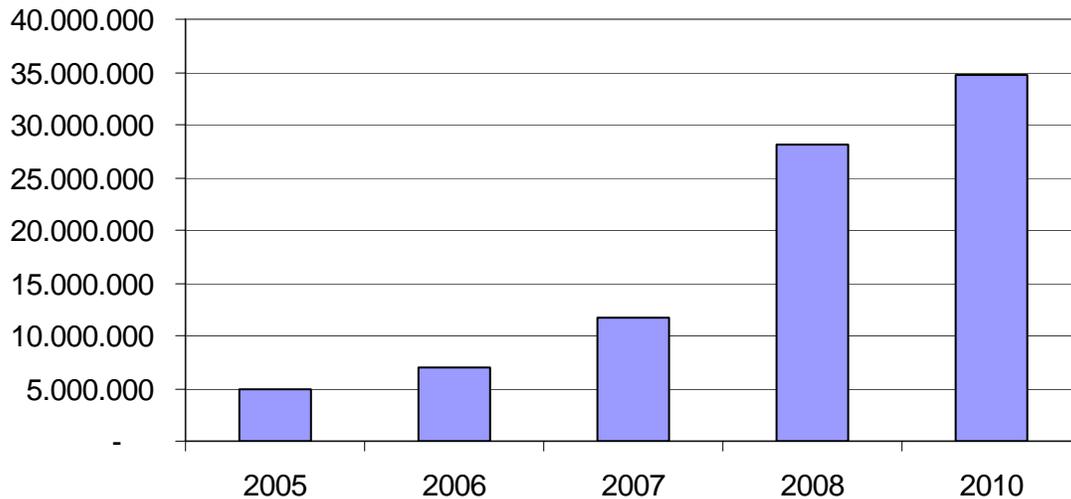
\*Estimado

### 2.1.2 Principales productores de biodiesel

El intento de dimensionar la expansión de la industria de biodiesel para los próximos años exige repasar las ampliaciones de capacidad instalada proyectadas en los principales países productores. Los resultados, sin embargo, dependerán de la evolución real que tenga la producción que, a su vez, se relaciona con una infinidad de factores que hacen imposible estimarla con razonable certeza.

La Unión Europea, por ejemplo, tiene ya una capacidad productiva que se multiplicó por 2,5 entre 2005 y 2007 al pasar de 4,8 a 11,7 millones de metros cúbicos. Aún así, las proyecciones son muy impactantes dado que, según las estimaciones de la USDA, se espera que hasta el 2010 la capacidad instalada en esa región crezca otros 200% para llegar a los 34,7 millones de m<sup>3</sup>.

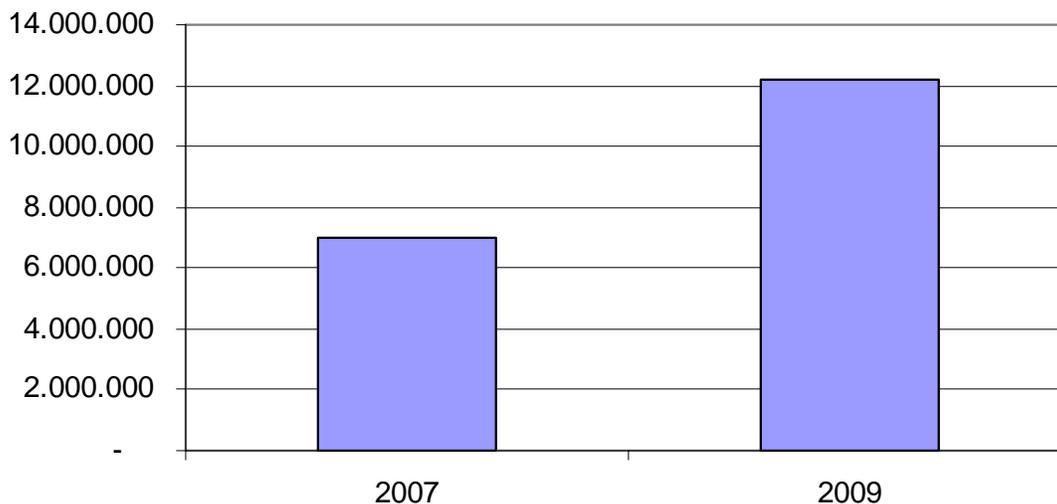
**Gráfico 7. Capacidad Productiva de biodiesel en la Unión Europea, 2005-2010, en metros cúbicos**



**Fuente:** elaboración propia en base a datos de European Biodiesel Board 2005-2007 y estimaciones de la USDA para los años 2008 y 2010.

En Estados Unidos hay actualmente 165 fábricas dedicadas a elaborar biodiesel que suman una capacidad productiva de 7 millones de metros cúbicos anuales (aunque la producción real estuvo cerca de 4 millones en 2007 como se señala en la Tabla I). A ese dato debe agregarse que 80 compañías anunciaron planes de construcción de nuevas plantas que se espera estarán operando dentro de los próximos 18 meses. Las estimaciones de la National Biodiesel Board calculan que para 2009 esa capacidad superará los 12 millones de m<sup>3</sup>/año.

**Gráfico 8. Capacidad productiva de biodiesel en Estados Unidos, 2007-2009, en metros cúbicos**



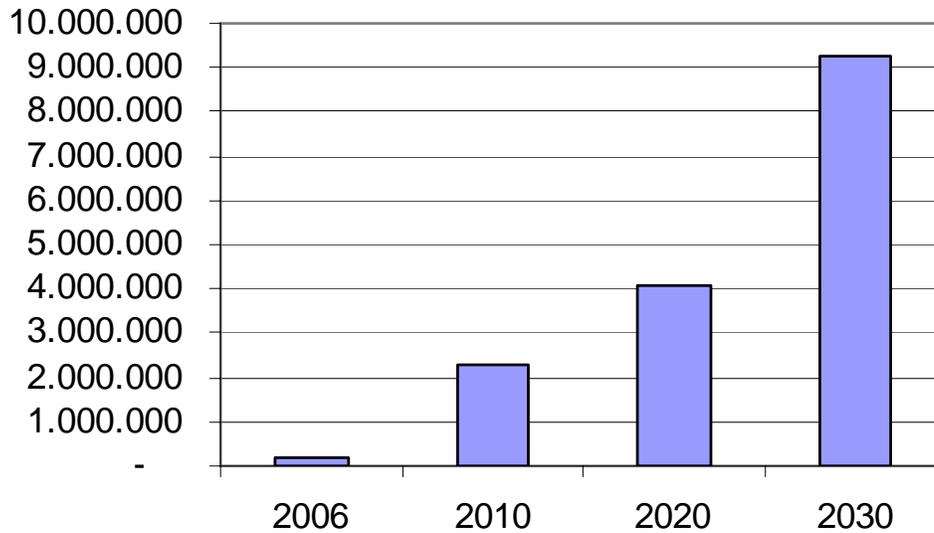
**Fuente:** elaboración propia en base a datos de National Biodiesel Board

En Brasil, que hasta ahora se especializó en etanol, la producción fue de biodiesel fue de 40 mil metros cúbicos en 2005, pero en los últimos dos años se vienen realizando sustanciales inversiones que le permitirán alcanzar una capacidad de producción de 1,7 millones de m<sup>3</sup> en el 2007. Se calcula que la inversión para instalar nuevas plantas superará los 300 millones de dólares. Cabe recordar que la legislación brasilera establece un mercado potencial de biodiesel de 840 mil m<sup>3</sup> en 2007, 1 millón entre 2008 y 2013, y de 2,4 millones desde el 2014.

Las estimaciones para los próximos veinte años calculan que en 2010 la producción brasilera de biodiesel superaría los 2 millones de metros cúbicos y superaría los 4 millones recién en 2020. Para el año 2030 las proyecciones estiman una producción apenas superior a los nueve millones de m<sup>3</sup>.

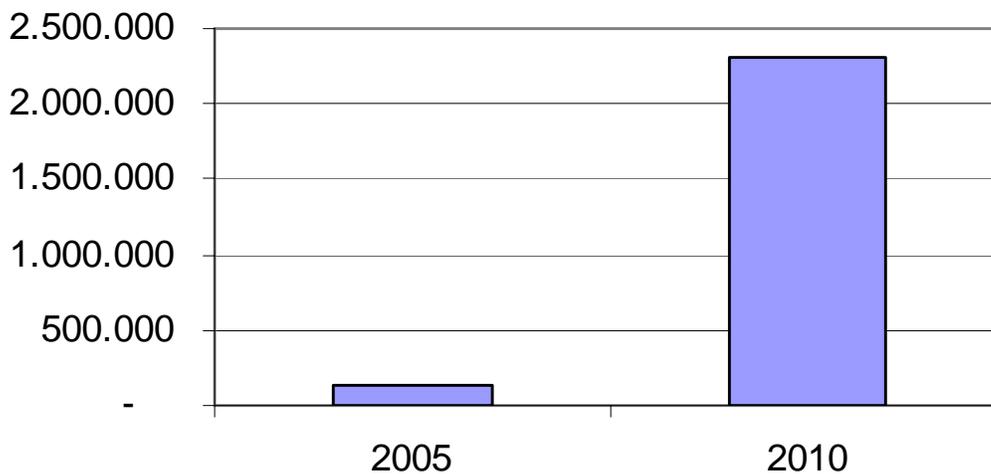
China produjo en el 2005 alrededor de 125 mil metros cúbicos de biodiesel. Según las estimaciones de la USDA, para 2010 la producción se incrementaría hasta alcanzar los 2,3 millones de m<sup>3</sup>. Sin embargo, en el Centro para el Desarrollo de la Energía Renovable de China aseguran que la demanda de biodiesel será en 2010 de 12,5 millones de metros cúbicos. Con una demanda de tal pujanza, puede que la USDA esté subestimando el dinamismo potencial de la industria de biocombustibles de China. La incertidumbre en esta variable se debe a las distintas proyecciones de la real capacidad productiva de ese país, dado que gran parte de esta demanda podría ser abastecida con importaciones.

**Gráfico 9. Capacidad productiva de Biodiesel en Brasil, 2006-2030, en m3**



**Fuente:** elaboración propia en base a datos de Empresa de Pesquisa Energética, Brasil.

**Gráfico 10. Producción de biodiesel de China y proyecciones, 2005-2010.**



**Fuente:** elaboración propia en base a datos de USDA

Además de los ya señalados, existen otros países que están estudiando la producción de biodiesel y que han establecido diversas reglamentaciones de fomento. Este es el caso de Colombia, que introdujo un requisito de 5% de biodiesel en la mezcla del combustible para transporte a partir de septiembre de 2005, medida que motorizó inversiones destinadas a cubrir el cupo y a explotar oportunidades de exportación. India, por su parte, también introdujo un corte del 5% de biodiesel, que piensa elaborar mayoritariamente a base de jatrofa. Asimismo, en numerosos países de Asia y África se está explorando la posibilidad de incrementar la producción de biodiesel, principalmente en base a palma y coco en el caso de Asia y a partir de jatrofa en África.

Considerando las estimaciones de la evolución de la capacidad productiva de biodiesel de la Unión Europea, Estados Unidos, Argentina, Brasil y China, entre otros, se puede inferir que a principios de la próxima década la capacidad productiva mundial superará los 50 millones de metros cúbicos. Tomando en cuenta que la producción en 2005 fue de alrededor de 4 millones de m<sup>3</sup>, la instalación de nuevas plantas que se están llevando a cabo señalan un camino de crecimiento de orden exponencial de la producción para los próximos años.

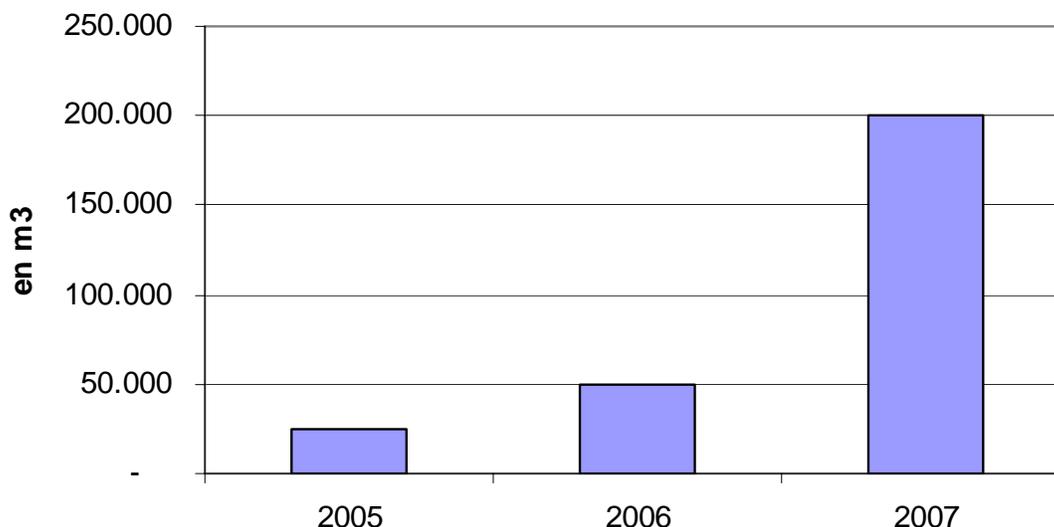
## **2.2 Producción argentina de biodiesel**

La producción argentina de biodiesel se realizaba hasta hace pocos años únicamente a pequeña escala. Algunas plantas ya funcionaban en los noventa, pero entre todas apenas alcanzaban niveles de producción muy bajos. Recién en el último bienio comenzó a crecer la producción, que en el año pasado rondaba los 50 mil metros cúbicos, según las estimaciones de la USDA.

Este año comenzaron a madurar las primeras inversiones que se vienen realizando en el sector y se pusieron en funcionamiento una serie de plantas medianas. Entre las primeras plantas que la Secretaría de Energía ya ha autorizado a elaborar biodiesel se encuentran las de Vincentín, Derivados San Luis, Soy Energy y Advanced Organic Materials. La producción de estas nuevas plantas, sumadas a la de otras más pequeñas destinadas mayoritariamente al autoconsumo, lograrán alcanzar (según se estima) en 2007 los 200 mil m<sup>3</sup>.

Este resultado modesto en la comparación internacional, basado en el predominio de plantas de pequeña y mediana escala, ha comenzado a cambiar. A mediados de año se terminó la construcción de las primeras dos plantas de gran porte, una que corresponde a Aceitera General Deheza-Bunge y la otra de Vincentín-Glencor, que ya están en etapa de prueba para empezar a producir mientras se programan otras que señalan que el país está entrando en un proceso de expansión acelerada de esta producción .

**Gráfico 11. Producción argentina de Biodiesel, 2005-2007, en metros cúbicos.**



**Fuente:** USDA

### **2.2.1 Escalas de producción**

La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca realizó en conjunto con IICA un informe titulado “Perspectivas de los biocombustibles en la Argentina y en Brasil”, donde plantean un esquema que relaciona dimensiones de las plantas, inversión necesaria y posibilidades de mercado para tres grupos específicos cuyo resumen presentamos a continuación.

#### **Plantas pequeñas:**

Capacidad: hasta 5.000 m<sup>3</sup>.

Inversión entre 18 y 30 mil dólares.

Ventajas: Posibilidades de autoconsumo

Desventajas: Alto costo en control de calidad y problemas de estandarización del combustible. Alto costo del manejo de efluentes. Alto costo en la implementación de las medidas de seguridad. Dificultad para controlar las ventas fuera del mercado formal.

#### **Plantas medianas:**

Capacidad: entre 5.000 y 33.000 m<sup>3</sup>

Ventajas: Disminución de los costos operativos. Posibilidad de refinar el glicerol para obtener glicerina de alta pureza para farmacopea y cosmética. Posibilidad de comercializar el biocombustible y sus subproductos. Menor incidencia de los costos

surgidos por el control de calidad, del manejo de efluentes y de implementar medidas de seguridad.

Desventajas: Poca capacidad de negociación en los precios de los insumos. Mayor riesgo empresario debido a la volatilidad de los granos y aceites

### **Plantas grandes:**

Capacidad: mayores a 33.000 m<sup>3</sup>

Inversión: 8 a 12 millones de dólares

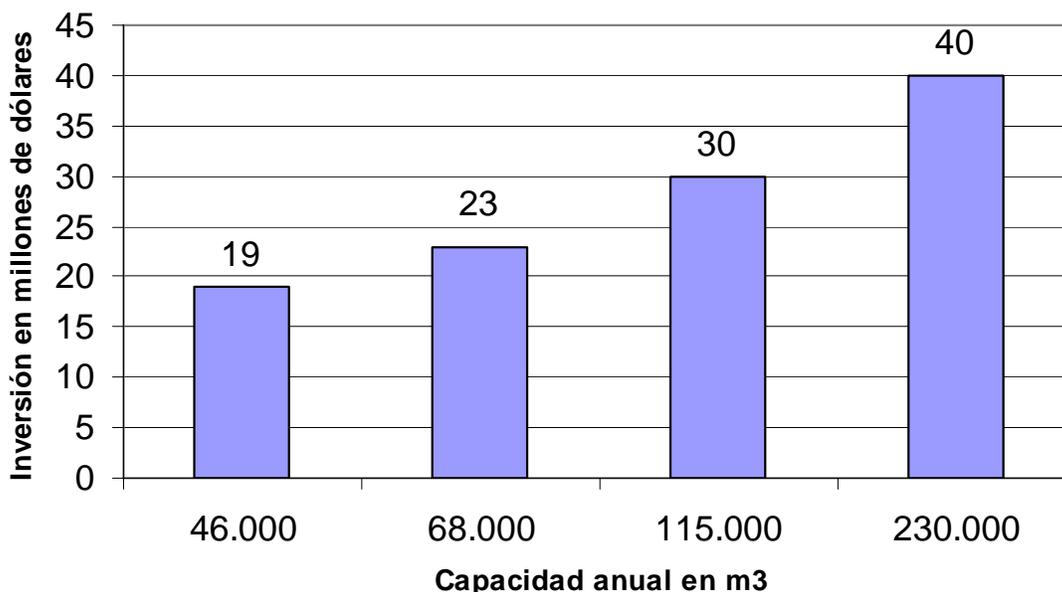
Ventajas: Mayor escala de producción que implica menor incidencia de costos operativos en la puesta en marcha de la planta. Obtención de glicerina de alto valor comercial. Mayor capacidad de negociación para obtener menores precios en los insumos. Posibilidad de ser elegibles para la obtención de Bonos de Carbono. Mayor rentabilidad por economías de escala.

Desventajas: Alta inversión. Alto riesgo por volatilidad de precios de granos y aceites.

Las plantas pequeñas (hasta 5.000 m<sup>3</sup>) enfrentan problemas para controlar la calidad de su producto, aunque dichas instalaciones pueden resultar de utilidad para el autoconsumo, especialmente en el caso de productores agropecuarios que enfrentan dificultades para obtener el combustible necesario al momento de la cosecha. Las plantas medianas (entre 5.000 y 33.000 m<sup>3</sup>) tienen mayor capacidad para controlar la calidad del biodiesel y comercializar el combustible y sus subproductos, pero se encuentran muy expuestas a las variaciones en el precio de los insumos, dada la escasa capacidad de negociación de sus propietarios en el mercado (suponiendo que no son filiales de empresas más grandes). Por último, las plantas grandes (mayor a 33.000 m<sup>3</sup>) aprovechan las economías de escala para reducir su costo por unidad de producto. Además, cuentan con mayor capacidad de negociación de los precios de los insumos y tienen la posibilidad de ser elegibles para obtener Bonos de Carbono. Estos tres factores resultan determinantes para asegurar la rentabilidad en un negocio de márgenes tan estrictos, como es el de la producción de biodiesel.

Los valores son todavía muy aproximados. Según las estimaciones de la AABH, la inversión necesaria para instalar una planta de 46 mil metros cúbicos ronda los 19 millones de dólares, valor que asciende hasta los 23 millones para una planta con capacidad para producir 68 mil m<sup>3</sup>. Las plantas de mayor tamaño, de 115 y 230 mil metros cúbicos, requieren de inversiones de 30 y 40 millones de dólares respectivamente.

**Gráfico 12. Inversión estimada en planta de biodiesel, en millones de dólares**



**Fuente:** elaboración propia en base a datos de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno

Como se aprecia, la construcción de las plantas requieren de cuantiosas inversiones aunque hay diferencias entre la inversión necesaria a partir de la semilla de soja y la que se puede realizar a partir del aceite ya producido en las plantas actuales. Por otra parte, obstante, como veremos en detalle más adelante, la producción de biodiesel, permite evitar parcialmente las retenciones a la soja y el “ahorro” generado por ese concepto es de tal magnitud que alcanzaría para financiar las inversiones requeridas en poco más de un año.

### **2.2.2 Capacidad instalada**

La característica de industria naciente de la actividad local dificultan determinar con precisión tanto la capacidad instalada que se encuentra disponible, como su evolución futura. Para tener una imagen de la magnitud de la capacidad productiva actual y su probable crecimiento en los próximos años, la Tabla 2 presenta un relevamiento de las plantas en una clasificación en tres grupos: las que se encuentran ya funcionando, las que están siendo construidas y los anuncios de inversión para el futuro próximo. La tabla se basa en la información provista por la Secretaría de Agricultura, la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno y la obtenida en contactos con las empresas y el relevamiento de la prensa.

**Tabla 2. Plantas en funcionamiento, en construcción y anuncios de inversión, según tamaño.**

	<b>Capacidad de producción (m3/año)</b>	<b>Locación</b>
<b>Funcionando</b>	<b>745.156</b>	
Vicentín-Glencore	260.000	Santa Fe
AGD-Bunge	230.000	Santa Fe
Vicentín	57.000	Buenos Aires
Soy Energy	32.400	Buenos Aires
Derivados San Luis	30.000	San Luis
Biodiesel SA	30.000	Santa Fe
Cremer	20.000	
Advanced Organic Materials	15.800	Buenos Aires
Pitey	13.000	San Luis
Recomb	9.000	Santa Fe
Química Nova	9.000	Jujuy
Biofe	6.000	Santa Fe
Sojacor	3.000	Córdoba
Cooperativa Agricultores del Sur	3.000	Córdoba
Fideicomiso Biodiesel Pilar	3.000	Córdoba
Molyagro	3.000	Córdoba
Alimentan	3.000	Córdoba
Agroindustria Lobulaye	3.000	Córdoba
Biodiesel Colazo	3.000	Córdoba
Establecimiento La Campiña	3.000	Córdoba
Bioenerg/Don Mario	1.600	Buenos Aires
AFA	1.460	Santa Fe
Hector Bolzán	1.000	Entre Ríos
Dirección de Vialidad de la Prov. De Entre Ríos	1.000	Entre Ríos
Biocombustibles Tres Ayorros	1.000	Buenos Aires
Gaido	1.000	Córdoba
INTA	600	Mendoza
Biobrik	600	Misiones
Unidad Autónoma de Producción de Biodiesel	480	Entre Ríos
Nameco	120	Buenos Aires
Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos	96	Buenos Aires
<b>En construcción</b>	<b>1.577.000</b>	
Dreyfus	340.000	Santa Fe

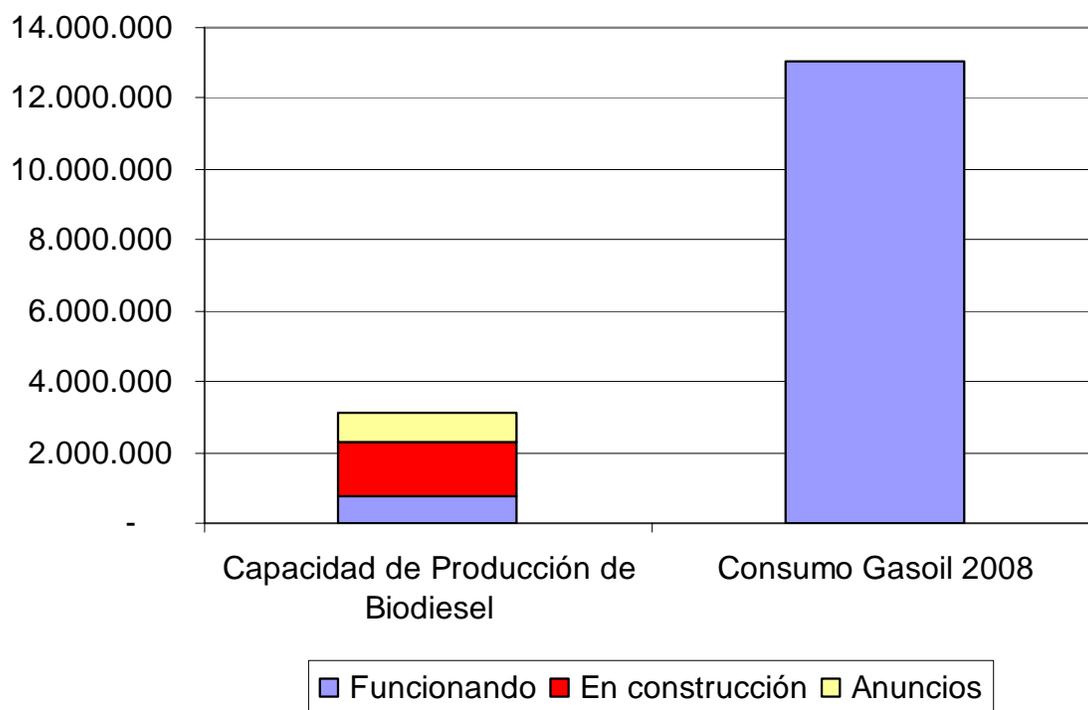
	<b>Capacidad de producción (m3/año)</b>	<b>Locación</b>
Oil Fox	275.000	Buenos Aires
Eurnekian	230.000	Santa Fe
Patagonia Bioenergía	230.000	Santa Fe
Greenlife	170.000	Buenos Aires
Explora	135.000	Santa Fe
Molinos Río de la Plata	115.000	Santa Fe
Viluco	82.000	Santiago del Estero
<b>Anuncios</b>	<b>809.000</b>	
Terminal Puerto Rosario	230.000	Santa Fe
Repsol YPF	120.000	Santa Fe
Grupo San José	115.000	San Luis o Salta
Cil Global Corporation	115.000	Corrientes
Entaban - Nmas1	69.000	
GEA Biodiesel	68.000	Santa Fe
Goldaracena	45.000	Entre Ríos
Bio Energy	30.000	Santa Fe
Biocombustibles Federales Chaco	17.000	Chaco
<b>TOTAL</b>	<b>3.131.156</b>	

**Fuente:** elaboración propia en base a medios periodísticos, información de la Secretaría de Agricultura, la Cámara de Productores de Biocombustibles de la Provincia de Córdoba y de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno

El total de las inversiones presentadas en la Tabla 4 muestra que existe actualmente una capacidad de producción de 740 mil m<sup>3</sup>, acompañada por la construcción de nuevas plantas que incrementarán esa capacidad en 1,5 millones y anuncios de otros proyectos futuros por 800 mil m<sup>3</sup> adicionales. Estos datos nos permiten prever una oferta que va de un mínimo de 2,3 millones de metros cúbicos anuales (suponiendo que ninguna de las nuevas inversiones anunciadas se concreten) hasta más de 3 millones en el resultado optimista (que puede ser mejorado, todavía, dado el ritmo vertiginoso de presentación de nuevos proyectos)

Esa producción estimada debe compararse con el consumo de gasoil. Se estima que el consumo de dicho combustible en el 2007 será del orden de los 13,4 millones de m<sup>3</sup>. Por lo tanto, la capacidad productiva proyectada resulta suficiente para obtener una producción de biodiesel que permitiría sustituir alrededor del 18% del consumo anual de gasoil si esa oferta se dedicara completamente al mercado interno. Sin embargo, cabe aclarar que la mayoría de las inversiones fueron realizadas para producir exclusivamente para exportar debido a la diferencia de precios existente entre el mercado local y el externo.

**Gráfico 13. Capacidad estimada de producción de biodiesel y consumo de gasoil, en m3., para 2008**

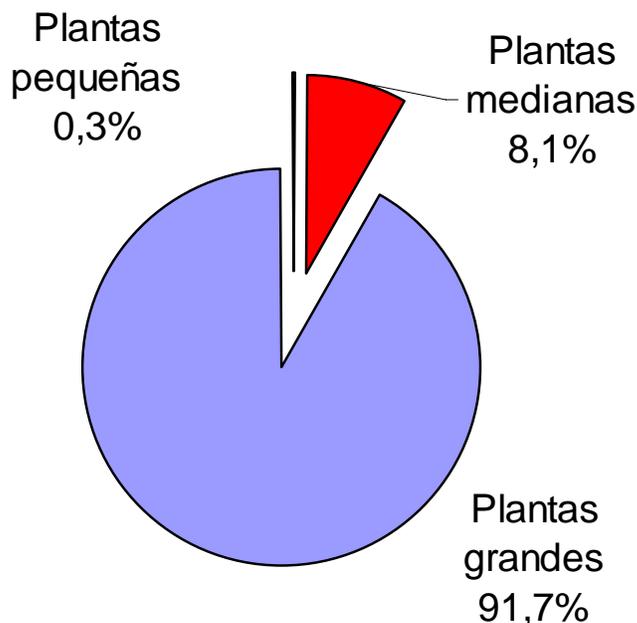


**Fuente:** elaboración propia

Si se compara la capacidad productiva proyectada del país con las tendencias que se presentaron más arriba, se observa que Argentina se estaría convirtiendo en un país productor de tamaño medio a nivel mundial. La producción actual y las inversiones que están en marcha van delineando un escenario en el que la Unión Europea y los Estados Unidos serán los mayores productores de biodiesel aunque todo sugiere que ambos dedicaran la totalidad de su producción para abastecer al mercado interno e, incluso, requieran importaciones adicionales. En ese escenario, Argentina, al igual que Brasil, contarán con industrias de mucho menor tamaño, pero gozarán de saldos exportables que les permita tener cierto rol protagónico en el mercado mundial.

El listado de plantas en construcción de la Tabla 4 muestra la tendencia al cambio de escala que se está produciendo en estos años. La inauguración reciente de las plantas de AGD-Bunge y de Vicentín-Glencor abre un proceso que continuará en los próximos años cuando culmine la construcción de las plantas de Dreyfus, Patagonia Bioenergía, Eurnekian y Molinos, entre otras. Una vez que estas plantas entren en funcionamiento, el breve lapso de protagonismo actual de las plantas medianas dejará su paso al predominio de las plantas de gran escala.

**Gráfico 14. Participación en la capacidad instalada proyectada, según tamaño de planta**



**Fuente:** elaboración propia

Las plantas grandes serán responsables del 91% de la producción total, mientras en las plantas medianas se producirá sólo el 8%. Las plantas pequeñas son muy pocas y en conjunto se proyecta que cubrirán menos del 1% de la producción.

### **2.2.3 Principales empresas productoras**

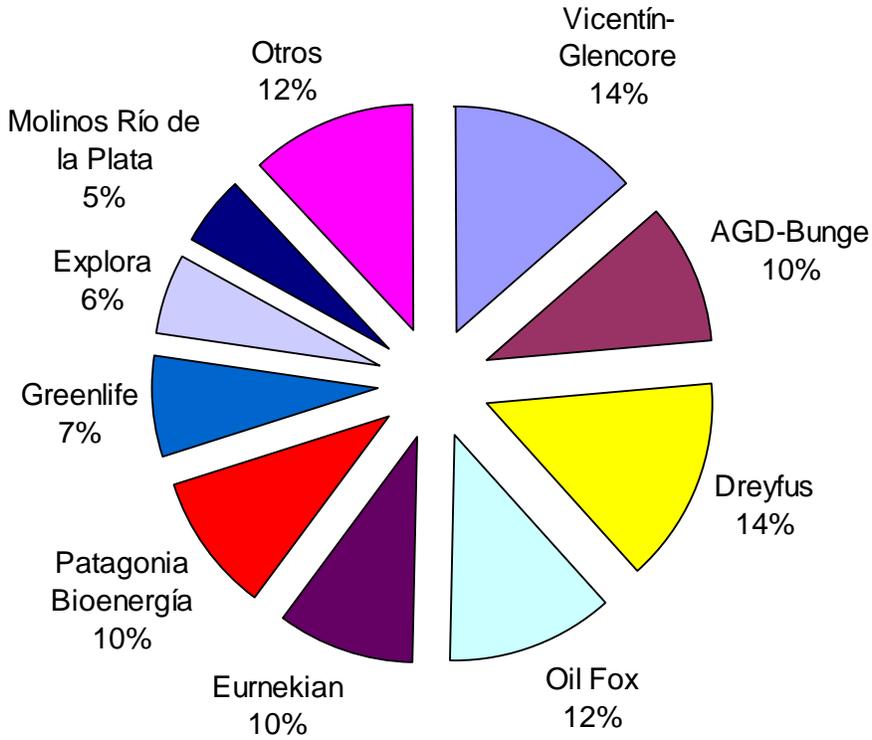
La rápida transformación del sector, que en un par de años dejó de estar dominado por plantas experimentales y de autoconsumo para convertirse en un polo exportador de relevancia, fue puesta en marcha por las inversiones de una decena de empresas. Entre estos grupos, hay cuatro argentinos (Oil Fox, Eurnekián, Patagonia Bioenergía y Molinos Río de la Plata), tres multinacionales (Dreyfus, Greenlife y Explora) y dos alianzas entre empresas argentinas y multinacionales (Vicentín-Glencor y Aceitera General Deheza-Bunge). Estas nueve empresas resultan actores decisivos del sistema puesto que sumarán una capacidad productiva de 2 millones de m<sup>3</sup>/año, es decir, que concentrarán el 88% de la oferta proyectada.

El mayor productor de biodiesel, dentro de las proyecciones actuales, será Dreyfus, que está construyendo en General Lagos, Santa Fe, la planta más grande del país (340 mil m<sup>3</sup>/año). En segundo lugar aparece Oil Fox, que se encuentra desarrollando una fábrica que producirá 275 mil m<sup>3</sup> anuales de biodiesel pero que, a diferencia de las otras, se basa en algas como materia prima y que estará radicada en San Nicolás, Buenos Aires. Luego, hay otras cuatro plantas de 230 mil m<sup>3</sup>/año cada una, todas a

base de aceite de soja, que en total acapararán el 40% de la capacidad productiva. Por último, las plantas de Greenlife, Explora y Molinos, con capacidad para producir entre 115 y 170 mil m3/año, representan otro 15% de la producción.

Más allá de las intenciones que manifiesta la ley de Biocombustibles de contribuir al desarrollo de la participación de las PyMEs y los productores rurales, las grandes inversiones están moldeando una industria de biodiesel concentrada en manos de las empresas aceiteras. El complejo aceitero instalado en la zona portuaria de Rosario cuenta con plantas de crushing de gran escala y última tecnología. Allí se fabrica el grueso de la producción de aceite de soja del país, rubro en el cual además Argentina es el mayor exportador del mundo. El aceite vegetal es el principal insumo de la producción de biodiesel, por lo que su control coloca a una serie de empresas en una posición dominante “aguas arriba” en la industria del biodiesel. En el caso más extremo, que ya ha ocurrido, puede esperarse que las empresas aceiteras se nieguen a vender el aceite a otras empresas que quieran elaborar el biodiesel. En esa situación, la única posibilidad restante para romper la dependencia del oligopsonio consiste en la elaboración de aceites a partir de otras fuentes (como la colza, jatrofa, algas, girasol, etc.) por la misma empresa que desee producir el biodiesel. Ese es el ejemplo, por ahora solitario, de Oil Fox que va a avanzar en la producción a base de algas y no de aceite de soja.

**Gráfico 15. Participación en la capacidad de producción de biodiesel total.**



**Fuente:** elaboración propia

Como veremos más adelante, existe otro factor adicional para explicar por qué las grandes inversiones corresponden en su mayoría a empresas aceiteras. En efecto, la producción de biodiesel tiene un margen de ganancia muy bajo e incluso negativo en algunos casos, que depende del precio del aceite (y la correspondiente semilla). Sin embargo, las aceiteras cuentan con que el biodiesel ofrece la posibilidad de exportar con retenciones mucho más bajas (5% de retención y 2,5% de reintegro para el biodiesel contra un 32% de retención sobre el aceite de soja hacia diciembre de 2007), de modo que pueden incrementar sustancialmente sus ganancias gracias a esa diferencia impositiva.

#### **2.2.4 Distribución geográfica de la capacidad productiva**

La distribución geográfica de las plantas de biodiesel responde a la necesidad de establecerse en las cercanías de las plantas aceiteras, dado el alto costo de transporte que representaría trasladar ese insumo hasta otra locación y la ventaja de estar sobre los puertos dado que la mayor parte del destino actual es la exportación. Por esas razones, la industria de biodiesel se está concentrando en el sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires. Estas dos zonas alojan el 91% de la capacidad productiva total proyectada. El resto está distribuido entre varias provincias que reciben, con algunas pocas excepciones, inversiones medianas y pequeñas. Entre ellas están Santiago del Estero, San Luis, Córdoba, Chaco, Entre Ríos, Jujuy, entre otras.

#### **2.3 Materias primas para la fabricación de biodiesel**

El biodiesel se puede obtener de aceites vegetales o de grasas animales. En el caso de los aceites vegetales, existe una amplia variedad de plantas que pueden ser utilizadas. En primer lugar, están los aceites derivados de cultivos tradicionales, como la soja y el girasol, que se siembran fundamentalmente en la Pampa Húmeda. En segundo lugar están los cultivos alternativos, como la jatrofa, el ricino y el tártago, que tienen poca o nula aplicación en el país, pero tienen la ventaja de que en algunos casos ofrecen un alto porcentaje de aceite en semilla. Por último debe señalarse la alternativas de las algas, que por sus particularidades se diferencia del resto y merecerá un comentario aparte.

Las dos principales objeciones que recibe la producción de biocombustibles es que ella utiliza alimentos como insumo y contribuye a deteriorar el medio ambiente. Se argumenta que la demanda de granos para elaborarlos genera aumentos de precios en los alimentos al mismo tiempo que incentiva la deforestación para expandir la frontera agrícola. El primer riesgo, la suba de precios de los alimentos, se ha visto confirmado en lo que va del año, con los commodities agrícolas en valores récord en el mercado internacional. Ante esta situación y considerando la necesidad de contar con abundante materia prima sin descuidar por ello el medio ambiente, resulta un factor esencial la elección del aceite que se utiliza para fabricar el biodiesel. La importancia radica en que cada cultivo requiere una cantidad de tierra diferente para

**Gráfico 16. Localización de las plantas de biodiesel en operación y las proyectadas**



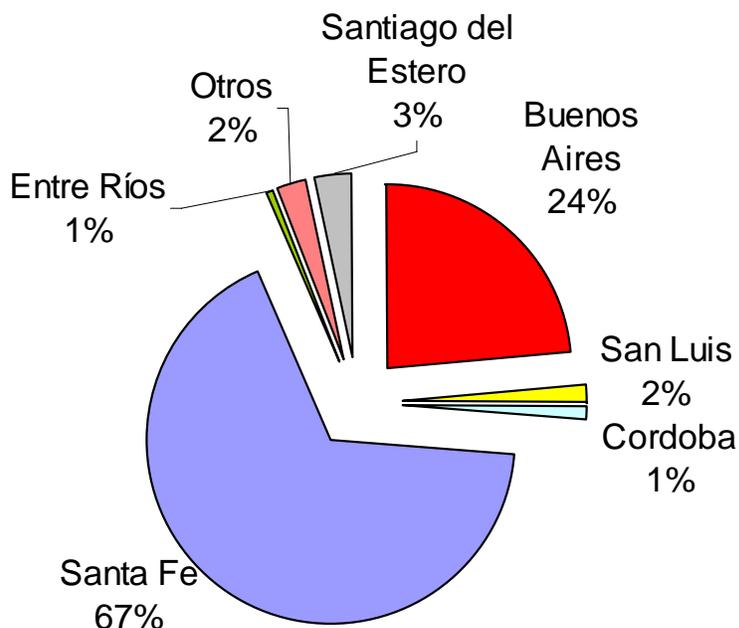
**Fuente:** Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno

obtener el biodiesel y en que algunos de ellos no son utilizados para la alimentación y, por lo tanto, no competitivos con requerimientos humanos.

Como veremos más adelante, otro factor a considerar es que la utilización de uno u otro cultivo también determina en gran medida la rentabilidad de la producción y el impacto que ésta puede tener sobre la economía argentina.

El cultivo más utilizado para elaborar biodiesel es la colza, debido a la decisión de la Unión Europea, el mayor productor del mundo, de utilizarla como insumo básico. Por el contrario, en Argentina, las principales empresas han manifestado su interés por usar aceite de soja. Esta opción se debe a una serie de factores, entre los que se encuentran la disponibilidad en abundancia de esta oleaginosa y el control de la cadena que detentan algunas de las empresas ahora productoras de biodiesel.

**Gráfico 17. Participación de provincias seleccionadas en la capacidad proyectada de producción de biodiesel.**



**Fuente:** elaboración propia

### **2.3.1. Restricciones de tierra para la producción**

Si bien la elección de los cultivos para producir biodiesel se realiza a través del sistema de precios, deben tenerse en cuenta ciertas variables técnicas que a larga van a influir en el proceso. Una de ellas es la productividad física de biodiesel por hectárea, un resultado significativo si se tiene en cuenta que el planeta es limitado y que no quedan muchos más espacios para destinarlos a la producción agrícola.

Con ese objetivo, la Tabla 3 presenta el rendimiento en litros de biodiesel por hectárea que es posible obtener con distintos cultivos de acuerdo a las técnicas disponibles actualmente. La soja, elegida por los mayores productores locales, tiene un bajo rendimiento relativo, con un aporte de poco más de 500 litros por hectárea. A pesar de que su rendimiento en kg/ha es alto, la soja cuenta con un porcentaje muy bajo de aceite en semilla (18%), razón por la cual se obtiene mucha mayor cantidad de harina que aceite. El girasol, en cambio, obtiene un resultado, de 906 lts/ha que mejora ampliamente la productividad de biocombustible por unidad de superficie.

Los casos destacados en cuanto a rendimiento por hectárea son la jatrofa y el ricino, dos cultivos alternativos con los que se pueden obtener, respectivamente, 1290 y 1419 lts/ha; como se aprecia, esos cultivos ofrecen entre dos y tres veces más combustible por unidad de tierra cultivada que la soja. Este dato toma relevancia,

dada la ya señalada necesidad de encontrar semillas y formas de producir biocombustibles que utilicen la menor cantidad de tierra disponible de manera que quede libre la necesaria para la producción de alimentos.

**Tabla 3. Rendimientos de biodiesel por hectárea para distintos cultivos.**

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	% de aceite en semilla	Rendimiento (kg aceite/ha)	Factor de conversión a biodiesel	Litros de Biodiesel/ha
Jatrofa	2.500	55%	1.375	0,96	1419
Ricino (tártago)	2.500	50%	1.250	0,96	1290
Colza	1.800	50%	900	0,96	929
Girasol	1.950	45%	878	0,96	906
Soja	2.700	18%	486	0,96	502
Cártamo	1.100	35%	385	0,96	397

Fuente: SAGPYA

### 2.3.2 Situación de los cultivos tradicionales

Como fuera señalado anteriormente, uno de los aspectos principales de la ley 26.093 consiste en que establece la obligatoriedad de mezclar el gasoil con un 5% como mínimo de biodiesel a partir del 2010. De esta forma, se crea un mercado interno que demandará alrededor de 700 mil m<sup>3</sup> anuales de biodiesel.

La Tabla 6 presenta la estimación de la superficie de tierra que sería necesaria para cubrir el corte con cada uno de los distintos cultivos que se utilizan actualmente.

**Tabla 4. Producción y superficie actual y necesarias para el corte de 5% con cultivos tradicionales.**

Cultivo	(1) Producción actual	(2) Superficie sembrada actual	(3) Hectáreas necesarias	(4) (3)/(2) % sobre total
Soja	40.500.000	15.365.000	1.395.000	9%
Girasol	3.800.000	2.260.000	773.000	34%

Fuente: elaboración propia en base a datos de SAGPYA

La soja es el principal cultivo argentino y cubre prácticamente la mitad de la tierra agrícola del país. Se produce principalmente en Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba, pero su presencia se extiende hasta la frontera norte del país. Para obtener el

biodiesel necesario para el corte del 5%, se necesitarían 1,4 millones de hectáreas de soja, lo cual representa el 9% de la superficie sembrada en la última campaña.

Por su parte, el girasol se cultiva mayoritariamente en Buenos Aires, la Pampa y Chaco. Para satisfacer el corte obligatorio de biodiesel se necesitarían 772 mil hectáreas, es decir, un 34% de los 2,2 millones que se siembran en la actualidad.

La soja y el girasol tienen la desventaja de que ambos se cultivan principalmente en las tierras más fértiles del país, las cuales ya se encuentran en producción. En esas condiciones, la producción primaria con destino a la elaboración de biodiesel compite con la producción para consumo humano (ya sea de modo directo o a través de la industria alimenticia). La aparición del biodiesel se limita a impulsar la demanda de estos cultivos para lo que se debe adecuar la oferta. El aumento de la producción de granos que impulsa esta mayor demanda no es imposible pero se encuentra limitada por el desplazamiento de otras actividades (ganadería), el ritmo de incremento de la productividad por hectárea y el progreso tecnológico que permita utilizar tierras hoy no aptas para el cultivo.

El girasol hoy no está siendo considerado como una posibilidad para su uso como insumo, debido al alto precio que se cotiza su aceite en el mercado pero, de nuevo, la variación continua de los precios relativos dificulta considerablemente las proyecciones para cada caso.

El aceite de soja es el más utilizado, luego de la colza. Sin embargo, el primero tiene la debilidad de su bajo rendimiento por hectárea. Esta característica provoca que el reemplazo de porcentajes muy bajos del gasoil consumido a nivel mundial requiera enormes superficies de tierras fértiles. La poca disponibilidad mundial de esas tierras para expandir la producción hace difícil imaginar al biodiesel de soja como un reemplazo sustentable de combustibles fósiles, aunque en casos como el de Brasil, que avanza sobre la frontera interior, ofrece perspectivas de incrementos posibles en el mediano plazo.

### **2.3.2 La oferta de cultivos alternativos**

La jatrofa, el ricino, la colza y el cártamo son cuatro cultivos muy poco extendidos todavía en la Argentina aunque muy presentes en otros países. El que presenta la mayor producción local es el cártamo que apenas alcanzó las 17,8 mil toneladas en la última cosecha. No obstante, el alto rendimiento que algunos de ellos ofrecen los convierte en opciones atractivas.

La jatrofa es un cultivo exótico que se caracteriza por poseer un alto porcentaje de aceite (55%). Es una especie rústica, que se puede adaptar en el país a tierras del Noreste, muchas de las cuales aún se encuentran sin mayor utilización. Aunque se conoce desde hace mucho tiempo en otros países, no se dispone de pruebas locales suficientes realizadas sobre la adaptación de esta especie al clima y las tierras del país. La gran ventaja de este cultivo consiste en que bastarían 500.000 hectáreas (ubicadas además en zonas marginales) para atender la demanda prevista en una

primera etapa; esa superficie será casi un tercio de la que demandaría la soja y en zonas no competitivas con dicho cultivo.

**Tabla 5. Producción y superficie actual y necesarias para el corte de 5% con cultivos alternativos.**

Cultivos	(1) Producción actual	(3) Superficie sembrada actual	(2) Hectáreas necesarias	(4) (3)/(2) % sobre total
Jatrofa	-	-	493.000	-
Ricino (tártago)	3.200	1.250	542.600	43411%
Colza	11.200	10.500	753.500	7155%
Cártamo	17.800	26.750	1.763.200	6591%

**Fuente:** SAGPYA

El ricino (tártago) también es una especie rústica, de gran plasticidad, que puede ser cultivada en el norte del país. Su producción fue de apenas 3 mil toneladas y estuvo concentrada en la provincia de Misiones, con ventajas semejantes a las que ofrece la jatrofa y una cantidad de hectáreas apenas superior a aquella alternativa.

El cártamo es un cultivo que ofrece la ventaja de adaptarse a condiciones de aridez. Su producción actual sólo se realiza en pequeña escala y alcanza los 17,8 miles de toneladas que se cosechan principalmente en Salta, Santiago del Estero y Chaco. En determinadas condiciones, su rendimiento puede ser varias veces mayor, con lo cual se obtendría un buen volumen de biodiesel por hectárea.

Por último debe mencionarse a la colza, que cuenta con condiciones para ser producida en la Pampa Húmeda y que ofrece la ventaja adicional de que por tratarse de una especie de ciclo invernal, permite, por ejemplo, el doble cultivo colza-soja.

La ventaja que une a estos cuatro cultivos es que todos ellos permitirían poner a producir tierras que no son aptas para la producción de los cultivos tradicionales, con excepción de la colza que no ocupa diferentes zonas de producción, sino de períodos en que la tierra no es utilizada para otro cultivo. Esta característica potencia el impacto económico de la producción de biodiesel, ya que desarrolla la etapa de la cadena que mayor valor agrega: la producción primaria. El contraste con el caso de la soja es evidente, dado que allí el país es productor y exportador de aceite y harina, de modo que el biodiesel sólo incorpora un eslabón más en la cadena productiva con impacto marginal en la agregación de valor.

Por otro lado, el desarrollo de los cultivos alternativos presenta sus dificultades. En primer lugar, en algunos casos todavía no ha sido posible mecanizar la cosecha, lo cual incrementa sustancialmente los requerimientos de mano de obra. A eso se agrega que existen dificultades por la ausencia de experimentación previa en estos

cultivos. En el caso de la soja y el girasol ya se cuenta con una experiencia de décadas en temas de desarrollo genético, de variedades aptas para distintos suelos y climas, de experiencia en el control de malezas, etc., que constituyen factores fundamentales para la obtención de rendimientos elevados.

En el caso particular de la colza existe una traba adicional: dado el tamaño de la semilla, requiere una logística especial, tanto para su transporte, como su molienda. De todas formas, las inversiones necesarias no son tan importantes, por lo que en caso de que se produzca la expansión de la colza éstas harían posible su utilización como insumo para el biodiesel.

#### **2.4 Viabilidad e impacto económico**

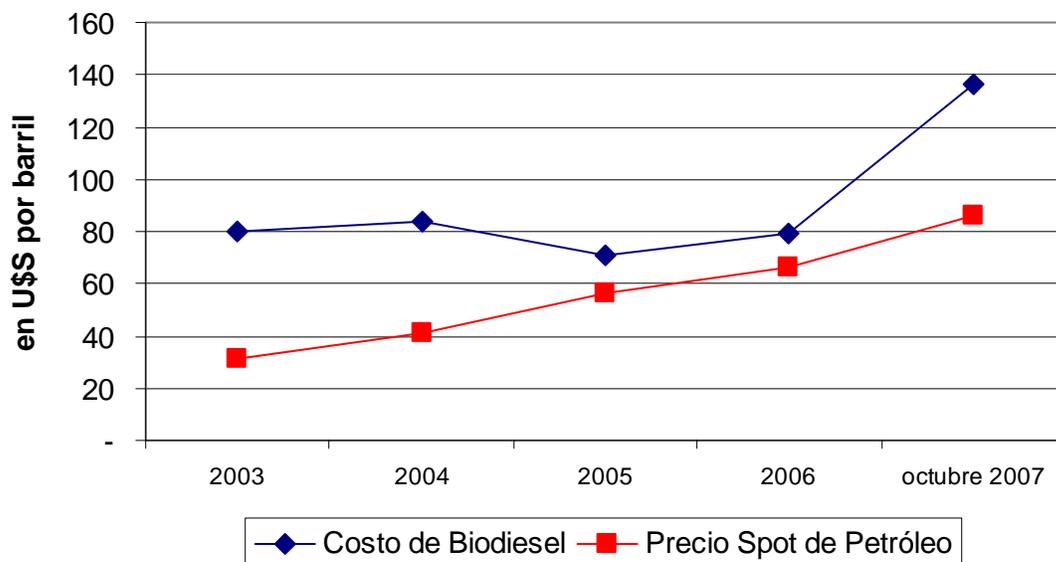
La competitividad del biodiesel a base de soja depende de la evolución relativa de los precios del aceite de soja –principal costo de producción- comparados con el del barril de petróleo. Los precios de ambos productos presentan un nivel volatilidad tal que resulta dificultoso hacer proyecciones sobre la viabilidad económica futura de la producción de biocombustibles.

En el mes de octubre de 2007, el aceite de soja en puertos argentinos tocó los 884 dólares por tonelada. Este valor expresa un aumento de más de un 70% respecto a los precios promedio del año pasado y llevó el costo de un barril de biodiesel de 79 a más de 120 dólares. Si en el primer caso, el precio era competitivo, ahora supera en buena medida el precio actual del barril de petróleo. De todos modos, como se observa en el gráfico 17, el costo del biodiesel de soja estaba en el orden de dos veces y media el del barril de petróleo a principios de la década y ahora se encuentra en el orden de un 60% arriba en una clara señal de que la brecha se habría achicado (aunque resulta difícil proyectar esta evolución hacia el futuro).

A causa de estas fluctuaciones, y en las condiciones actuales, el biodiesel de soja no es un sustituto que pueda competir libremente con el petróleo. Para cerrar esta brecha y hacerlo viable, influyen dos factores. Primero están las exenciones impositivas implementadas en varios países. Pero además, en los casos en donde es obligatorio mezclar un porcentaje de biodiesel en el gasoil, si no existen en el mercado oferentes dispuestos a vender a un precio competitivo, la obligatoriedad lleva a pagar precios superiores para cubrir el corte. Este último parece ser el caso reinante, ya que se está pagando el biodiesel a precios que superan en más de un 40% el barril de petróleo.

Según los estudios de la OCDE, tan sólo el etanol de caña de azúcar producido en Brasil y el etanol a base de maíz estadounidense pueden competir actualmente con los precios del barril de petróleo vigentes. En los casos de la colza y la soja, se da la paradoja de que la competitividad ganada por la suba del precio del petróleo no es capitalizada ya que el crecimiento de la producción de biodiesel y la demanda de granos que esto genera deriva en un fuerte incremento de los costos.

**Gráfico 18. Costo de producción de biodiesel y precio spot del petróleo, en dólares por barril, 2003-2007.**



**Fuente:** elaboración propia en base a datos de SAGPYA y U.S. Energy Information Administration

#### **2.4.1 Margen de ganancia del biodiesel a base de soja.**

Los costos de conversión de la producción de aceite en biodiesel (alcohol, energía, catalizador, mano de obra, entre otros) varían entre el 5% y 15% del precio de los insumos en las operaciones de las usinas de gran tamaño y entre 25% y 40% en el caso de las pequeñas<sup>2</sup>. Dado que el biodiesel en el país se fabricará en su mayoría en plantas de grandes dimensiones, se utilizó una estimación razonable de 10% como costo adicional.

El margen de ganancias de la producción de biodiesel presenta una alta volatilidad originada por la relación cambiante entre el precio de venta del producto y el precio de su principal insumo, el aceite de soja. En este caso, se tomó como referencia el precio de exportación de los meses de mayo y junio, es decir, U\$S 700 por tonelada. Para el precio del aceite se consideró el promedio del precio FOB en Puertos Argentinos de los cuatro meses anteriores al momento en que se concretó la exportación (mayo del 2007).

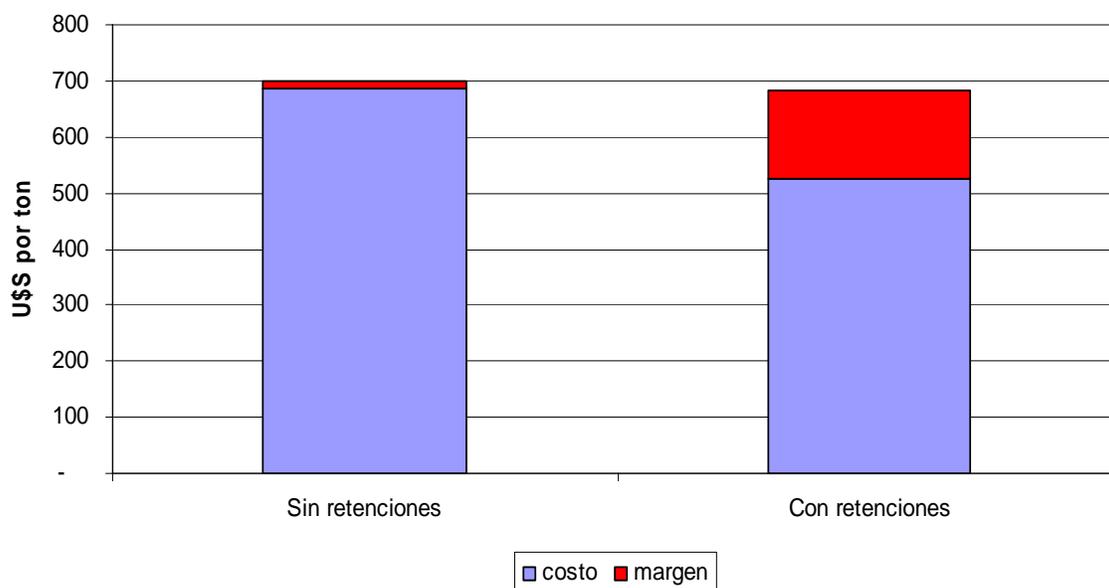
Cabe considerar, además, que en esos meses el aceite de soja tenía un 23,5% de retenciones y el biodiesel 5% de retenciones y 2,5% de reembolso. Esto reducía el precio local del aceite de soja, principal costo de producción, comprado por las productoras de biodiesel en un 23,5% y el ingreso recibido por el productor en un

<sup>2</sup> Estimaciones realizadas por el Ministerio de Minas e Energia de Brasil, según el “Plano Decenal de Expansão de Energia 2007/2016”

2,5%. El resultado neto es un incremento sustancial del margen de ganancia, financiado por una caída de los ingresos de los productores primarios.

En noviembre de este año, las retenciones fueron elevadas. En el caso del aceite de soja, ahora la alícuota es de 32%, de manera que el incentivo fiscal que provee el diferencial de retenciones es ahora aún mayor.

**Gráfico 19. Costo y margen de ganancia de la producción de biodiesel a base de soja.**



**Fuente:** elaboración propia

Si es la misma empresa aceitera la que decide incursionar en el negocio del biodiesel, el impacto es el mismo. La empresa puede vender el aceite y afrontar un nivel de retenciones del 32%, o procesar el aceite, convertirlo en biodiesel con un pequeño incremento en el costo de producción y venderlo pagando tan sólo 2,5% de retenciones (netas de reintegros). Así, al muy pequeño o nulo margen de ganancia se le adicionan una suma importante de ingresos que resigna el gobierno en concepto de retenciones y la actividad se vuelve rentable.

En la práctica, el diferencial de retenciones entre el producto primario y el biodiesel funciona como una transferencia de ingresos del productor de granos de soja, que recibe un menor ingreso por el producto que vende, al que produce biodiesel.

#### **2.4.2 La competitividad en el mercado interno**

El análisis de la rentabilidad que ofrece el biodiesel en el mercado interno reviste de mayores dificultades. Ello se debe a que aún no se conocen los precios a los cuales será comprado el biodiesel que será mezclado con gasoil cuando comience a regir el corte obligatorio. Esta incertidumbre sobre el precio, sumado a la imposibilidad de proyectar la evolución de los precios de los insumos (el aceite, principalmente),

imposibilita cualquier estimación de las ganancias que la producción de biodiesel pueda ofrecer. Este complejo escenario explica que la mayor parte de las empresas que decidieron invertir lo hicieron pensando en abastecer al mercado externo.

Existe, además, otro factor a tener en cuenta: actualmente el precio interno del barril del petróleo es sustancialmente menor al precio internacional, debido al esquema de retenciones móviles que estableció el gobierno. Con un precio interno del barril del petróleo que está por debajo de los cincuenta dólares, las posibilidades del biodiesel de ser competitivo es prácticamente nula, inclusive tomando en cuenta el efecto de las retenciones diferenciales. De todas maneras, teniendo en cuenta que el corte de biodiesel será de tan sólo el 5%, el gobierno tiene margen para comprar biodiesel a un precio sustancialmente mayor al del gasoil, provocando igualmente una suba pequeña en el precio del producto final (por ejemplo, para afrontar un precio de biodiesel que duplique al del gasoil, alcanzaría con un incremento de precios del producto final del 5%).

Los problemas adicionales del biodiesel para competir en el mercado interno frente al petróleo que se vende a precios menores a los internacionales plantean un factor extra a tener en cuenta a la hora de analizar la política de hidrocarburos. La aplicación de retenciones, implantadas con el objetivo de contener el precio interno y captar parte de la renta petrolera, tiene el “efecto secundario” de incentivar el consumo de petróleo, dejando menor margen para el surgimiento espontáneo de combustibles alternativos.

#### **2.4.3 Las exportaciones del complejo sojero ante la producción de biodiesel**

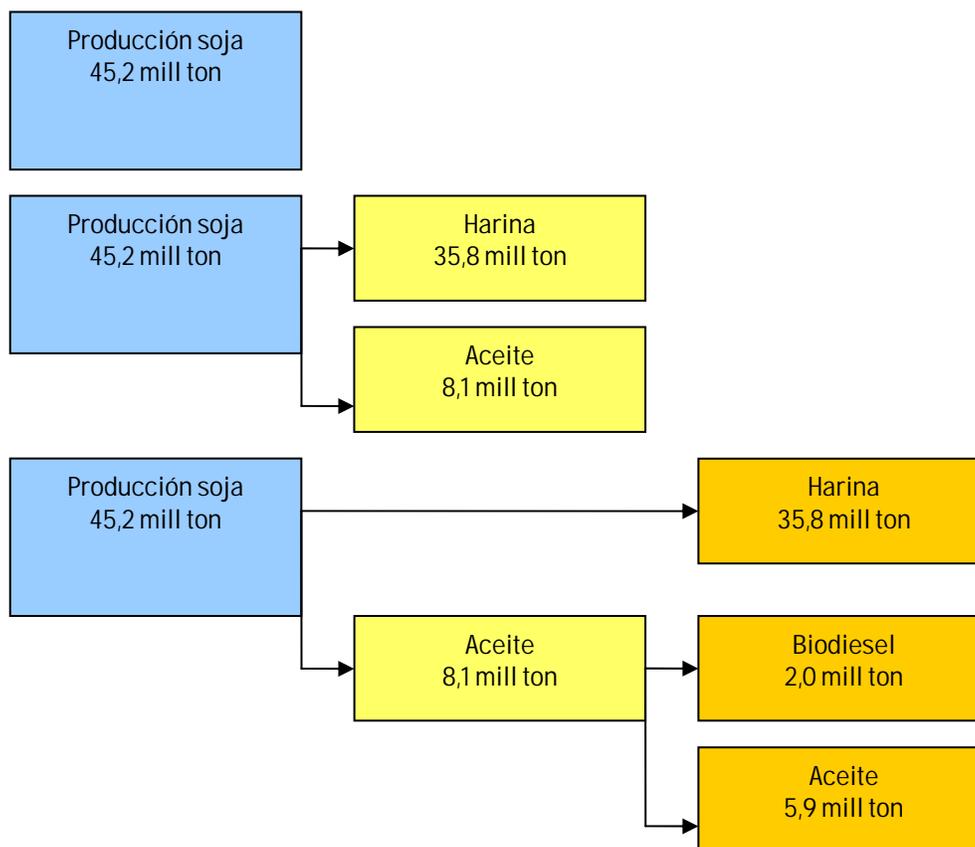
En la Argentina, el complejo sojero contaba hasta el momento con la producción primaria y una instancia de industrialización en la que se muelen los granos para convertirlos en harina y aceite. Las inversiones de la industria aceitera de los últimos años instalaron en el país plantas de gran tamaño, con capacidad suficiente para moler toda la producción argentina de soja e incluso parte de países limítrofes.

Ahora, con la posibilidad de convertir el aceite de soja en biodiesel, se incluye un eslabón más en la cadena de valor del complejo sojero.

La producción de soja en la última campaña fue de 45,2 millones de toneladas. La primera posibilidad con que cuenta el país es la exportación directa del grano, forma que predomina, por ejemplo, en las ventas a China.

La segunda opción teórica consiste en moler la totalidad de los granos, de manera de obtener 35,8 millones de toneladas de harina y 8,1 millones de toneladas de aceite. La instalación de las modernas plantas en el puerto de Rosario permite hoy disponer de una capacidad para moler toda la producción argentina de soja e incluso parte de la de países limítrofes. Esta parecía ser la opción imperante hasta el despegue del biodiesel y la instalación de una capacidad productiva de dos millones de toneladas de biodiesel. En las condiciones actuales, el país puede armar un mix de producción que incluye 35,8 millones de toneladas de harina, 5,9 millones de aceite y 2 de biodiesel.

**Gráfico 20. Alternativas de desarrollo de la cadena de valor de soja.**



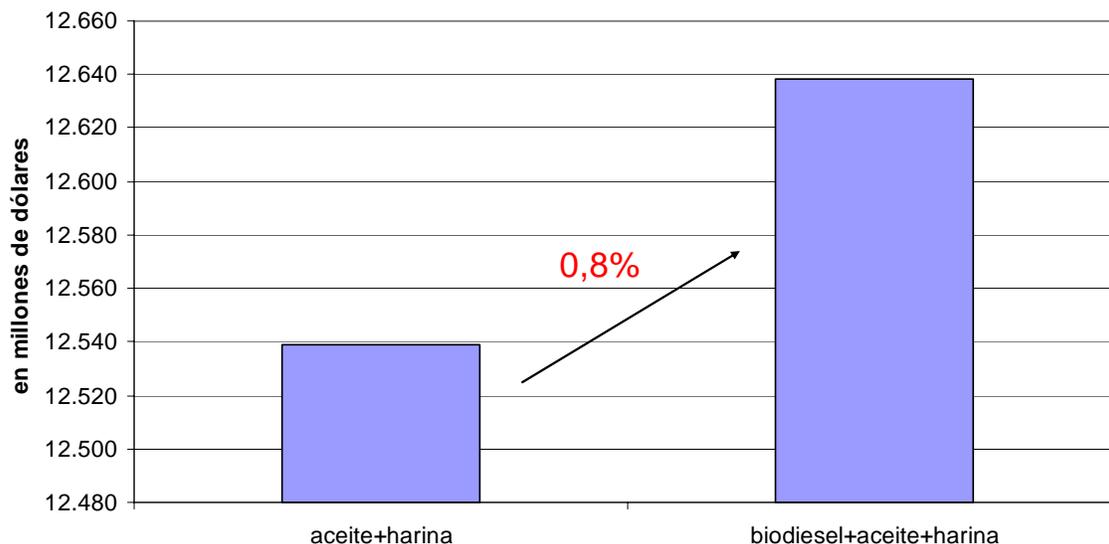
**Fuente:** elaboración propia

En base a los precios a que se exportó biodiésel a mediados de 2007, es posible conjeturar cuánto se podrían incrementar las exportaciones del complejo sojero una vez que una parte sustancial del aceite sea convertido en biodiésel y exportado.

A estos precios, el segundo esquema, de exportación de aceite y harina, le reportaría al país un ingreso por exportaciones de 12.539 millones de dólares. Con el tercer esquema, en el que se resigna parte de las exportaciones de aceite para venderlas como biodiésel, el ingreso sería un 0,8% mayor, dejando un incremento neto de las exportaciones del orden de los 100 millones de dólares.

La volatilidad de los precios del aceite, la harina y también el biodiésel –que acompaña el del aceite para asegurar una oferta suficiente- produce constantes cambios de precios relativos que alteran el resultado del cálculo. Esto se verifica, por ejemplo, analizando los precios del mes de agosto, con los cuales la inclusión del biodiésel en la canasta exportadora del complejo sojero provoca una caída de las exportaciones del 0,3%.

**Gráfico 21. Exportaciones del complejo sojero, según se transforme la totalidad de la cosecha en aceite y harina, o parte del aceite luego sea convertido en biodiesel.**



**Fuente:** elaboración propia

Sin embargo, la comparación estática no considera un factor que puede alterar el panorama. Argentina es el primer exportador mundial de aceite de soja, puesto que provee cerca del 40% de la oferta total. En el año 2006 exportó 5,7 millones de toneladas y en los primeros ocho meses del 2007 ya alcanzó las 4 millones. Pero en los próximos dos años, una vez que estén en funcionamiento las plantas de biodiesel, el país deberá dejar de exportar alrededor de 2 millones de toneladas anuales para abastecer este frente. A esto debe sumarse la caída de la oferta brasilera, segundo exportador mundial de soja, que instaló plantas de biodiesel con similar capacidad a la argentina. La retracción de la oferta mundial de aceite de soja que provocará la producción de biodiesel a gran escala probablemente generará un alza considerable de su precio internacional. Por consiguiente, el impacto de la industria de biodiesel, planteada como una extensión del complejo sojero, puede ser marginal en cuanto al incremento del valor agregado, pero puede resultar decisiva por sus efectos sobre los precios de exportación.

Muy distinto es el resultado si el biodiesel es elaborado en base a aceites de otros cultivos, como la jatrofa, el ricino o las algas. En este caso, el valor agregado de la industria del biodiesel es significativo, dado que incluye la posibilidad de incrementar la producción primaria, etapa de la cadena que concentra la mayor parte del valor agregado. Además, la exportación de biodiesel no implica resignar exportaciones de aceite de soja, por lo que el impacto inmediato –sin contar posibles incrementos de precios- es muy superior. No obstante, esto mismo implica perder el “efecto precios” que genera la caída de la oferta mundial de aceite de soja.

## 2.5 La alternativa de las microalgas

Las algas no son un insumo más en la lista de posibilidades para el biodiesel. En primer lugar porque su producción es, como veremos, radicalmente distinta de la utilizada para los cultivos mencionados. Pero además, el biodiesel de microalgas merece atención especial debido a que se presenta hoy como la única alternativa técnica que ofrece un gran potencial para desplazar totalmente a los combustibles fósiles con mínimos requerimientos de tierra y otros insumos.

Los estudios sobre la posibilidad de producir combustible derivado de las algas proliferaron en distintos países desde la crisis petrolera de la década de 1970. En Estados Unidos, por ejemplo, se emprendió una serie de investigaciones sobre combustibles renovables que, entre otros, contemplaba un programa de especies acuáticas que terminó enfocándose en las algas. Otro caso destacado es el de Japón, que cuenta con décadas de desarrollo en el tema.

Las microalgas son la forma más primitiva de plantas. Estos microorganismos realizan el proceso de fotosíntesis, mediante el cual absorben dióxido de carbono del aire y nutrientes del agua, lo que les permite acumular aceite en su interior y liberar oxígeno a la atmósfera. La simpleza de su estructura celular, combinado con su capacidad para crecer en agua, las convierte en eficientes fábricas capaces de tomar energía solar y carbono, y transformarlas en energía líquida -aceite de algas-. Este aceite de algas es sometido al proceso de transesterificación y transformado en biodiesel.

La eficiencia de su proceso de fotosíntesis, la velocidad con que se reproducen, coloca a las algas como la primera alternativa que logra superar el principal obstáculo para el reemplazo del petróleo: la limitada cantidad de tierras fértiles disponibles. Incluso los cultivos señalados como de alto rendimiento por hectárea, como la palma o la jatrofa, resultan inviables cuando se piensa en abastecer el consumo mundial de petróleo. En este sentido, resulta muy ilustrativa la comparación que acompaña las investigaciones de Chisti, de la Massey University<sup>3</sup> en las que se calcula la cantidad de tierra necesaria para abastecer el consumo de combustible del 50% del sistema de transporte total de Estados Unidos. La soja, por ejemplo, requeriría para este objetivo nada menos que 594 millones de hectáreas o 3,2 veces la totalidad de la tierra cultivada en EEUU. La jatrofa, por su parte, necesitaría 140 millones de hectáreas, es decir, el 77% de la superficie agrícola estadounidense. Las algas, en cambio, pueden reemplazar el 50% del combustible vehicular utilizando tan sólo 2 millones de hectáreas o el 1,1% de la tierra cultivada en Estados Unidos. Estos valores son los que se alcanzan cuando se obtienen algas con 70% de aceite, aunque de usar otro tipo de algas, con 30% de aceite, la cantidad de tierras necesarias se incrementaría hasta las 4,5 millones de hectáreas, magnitud aún muy pequeña si se la compara con las 594 de la soja o las 140 de la jatrofa.

El cultivo de microalgas y su conversión posterior a biodiesel permite obtener entre 58.700 y 136.900 litros por hectárea. Para alcanzar ese resultado, existen dos

---

<sup>3</sup> “Biodiesel from microalgae”, Yusuf Chisti, Massey University.

métodos de producción de biodiesel a gran escala: los fotobiorreactores y los piletones. Este último es una especie de pileta, con canales por donde circulan las algas a medida que van reproduciéndose. Se encuentran a cielo abierto, por lo que presenta problemas derivados de los cambios de temperatura, la contaminación con algas indeseadas y las pérdidas de dióxido de carbono. Los fotobiorreactores consisten en una serie de tubos plásticos o de vidrio donde se captura la luz solar. Las microalgas circulan desde un reservorio hacia los fotobiorreactores para maximizar la luz solar que logran captar. Este método produce mayor cantidad de litros por hectárea, pero tienen mayores costos.

Las experiencias de producción de biodiesel de microalgas no llegaron aún a la etapa de producción a gran escala. Existen, sin embargo, una serie de empresas en distintos países del mundo que se encuentran trabajando para lograrlo y anuncian el lanzamiento para el año próximo o el siguiente. Entre ellas se encuentra la empresa argentina Oil Fox, que asociado a la Universidad Nacional de la Patagonia y a la empresa Biocombustibles de Chubut, está trabajando en un proyecto que se radicará en San Nicolás.

El paso de la experiencia en laboratorios para comenzar a producir para el mercado implica además asegurar que el producto sea rentable. Para ello se trabaja en distintos frentes. Primero se buscan combinaciones de piletones y fotobiorreactores para tener altos niveles de productividad con menores costos. Al mismo tiempo, se experimenta con distintas especies de algas que contienen diversas cantidades de aceite en su masa. Igualmente, la clave de la rentabilidad del biodiesel de algas parece ser la comercialización de los subproductos. Además del glicerol, se obtiene pasta de algas de alto contenido proteico que puede ser utilizada para alimentación animal; se estudia también la posibilidad de la digestión anaeróbica, que permite fabricar biogás y obtener el carbono necesario para las algas. Las ventas de estos productos, sumados a los bonos de carbono que se puedan reclamar por el proyecto, configuran un esquema de rentabilidad atractivo.

El informe de Chisti citado estima un costo de 0,72 dólares el litro si se lo produce con fotobiorreactores y utilizando algas con 70% de aceite. Este precio no se encuentra tan alejado de los 0,70 dólares a los que se vendió el último embarque de exportaciones de biodiesel. Considerando los esfuerzos para producir a menor costo, incrementar la productividad y comercializar los subproductos, las algas se convierten en una opción viable.

La posibilidad de producir biodiesel de algas a gran escala promete revolucionar la naciente industria de biocombustibles, eliminando sus principales ataduras. Las dificultades para expandir la producción primaria (de maíz y soja, entre otros) a un ritmo suficiente para reemplazar los combustibles fósiles podría ser superada. Las microalgas, con el debido proceso, pueden adaptarse a distintos ambientes, no utilizan tierras fértiles y ofrecen rendimientos espectaculares por hectárea. El hecho de no utilizar intensivamente la tierra haría posible que los biocombustibles no incentiven la deforestación para expandir la frontera agrícola y, principalmente, que

no generen una presión sobre la demanda mundial de alimentos que siga produciendo subas de precios.

A su vez, la producción de biodiesel ya no estaría restringida a los países productores de granos. En el caso de las algas, el activo estratégico ya no es la disponibilidad de tierras fértiles sino el manejo de la tecnología, del proceso de producción. Las primeras empresas que logren producir a gran escala a un costo razonable serán quienes puedan establecer nuevas plantas o vender la tecnología si lo desean.

La importancia de la investigación sobre las distintas especies de microalgas y su proceso de transformación en biodiesel marcan los ejes centrales adonde deberían apuntar las políticas públicas para este sector en particular.

#### ***IV. ETANOL***

El etanol representa el 90% del biocombustible producido en el mundo. Puede ser utilizado también para bebidas alcohólicas y como solvente para la industria, pero en la actualidad su destino principal es el combustible. Al igual que en el caso del biodiesel, su historia se remonta a los primeros días del automóvil, pero quedó en desuso durante mucho tiempo por su dificultad para competir con el petróleo barato. Recién en los años ochenta, cuando Brasil lanza el programa Proálcool, comenzó el crecimiento de la producción masiva para uso vehicular.

Existen dos tipos de etanol, anhídrido e hidratado. El alcohol anhídrido, que no contiene agua, y el hidratado, con 96% de alcohol y el resto de agua. En Brasil, el alcohol hidratado está siendo usado como sustituto de la nafta sin mezcla alguna.

El etanol puede ser producido a partir de la caña de azúcar, maíz, sorgo y remolacha azucarera entre los cultivos más conocidos. Los mayores productores, Brasil y Estados Unidos, lo obtienen de la caña de azúcar y el maíz respectivamente.

Uno de los factores que está llevando a incentivar la producción de biocombustibles es la necesidad de detener la contaminación ambiental y, en particular, las emisiones de carbono que llevan al calentamiento global. Sin embargo, el resultado no es tan positivo como parece cuando se analiza el impacto ambiental del ciclo completo de producción (desde el grano de maíz hasta el etanol). Tanto la producción de soja como de maíz tienen impactos ambientales negativos debido al uso de agroquímicos y, en especial, de nitrógeno, fósforo y pesticidas. En ese caso aparecen grandes diferencias entre el biodiesel y el etanol; el primero utiliza, por unidad de energía ganada, el 1% del nitrógeno, el 8,3% del fósforo y el 13% de los pesticidas que usa el etanol de maíz. Por otro lado, la reducción neta de emisión de gases que agravan el efecto invernadero es de un 12%, contra el ya señalado 41% que ofrece el biodiesel de soja.

Cabe recordar que Estados Unidos, el mayor productor de etanol del mundo, lo elabora a base de maíz. La conjunción de su bajo balance energético y el negativo impacto ambiental de su producción plantean fuertes dudas sobre la sustentabilidad del reemplazo masivo de combustibles fósiles por etanol.

Además de generar menores emisiones de carbono que el petróleo, el etanol debería tener un balance energético neto ampliamente positivo, de manera de que en el caso extremo no se esté obteniendo la misma cantidad de energía que se insume en su producción. Sin embargo, algunos de los estudios sobre el balance energético del etanol presentan conclusiones preocupantes. Los especialistas de la Universidad de Minnesota analizaron el etanol de maíz y el biodiesel de soja y encontraron que, en el caso del etanol de maíz, el balance energético neto es del 25%<sup>4</sup>; es decir, el etanol provee solamente 25% más energía de la que se necesita para producirlo o, dicho de otra manera, hacen falta 0,80 litros de combustible para producir un litro de etanol utilizable como combustible. Además, prácticamente la totalidad del balance positivo se atribuye a sus subproductos (los granos de destilería de maíz desecados con solubles, conocidos como DDGS) utilizados para alimentación animal, más que al etanol en sí, que no parece contener más energía de la que se necesita para producirlo.

#### **4.1 Producción mundial**

La producción mundial de etanol tuvo su primer despegue a fines de la década de 1970. En un ciclo de fuerte alza del precio del petróleo y la consolidación de la idea de que la etapa del combustible abundante y barato estaba llegando a su fin, surge en algunos países la producción de etanol. En Brasil, por ejemplo, los intentos por reducir la dependencia del petróleo llevó a lanzar el programa Proalcool. Debido a medidas como esa, la producción mundial que en 1975 rondaba el medio millón de metros cúbicos, creció rápidamente hasta los 2,7 millones en 1980 y alcanzó los 14 millones en 1985. Este auge de los combustibles alternativos queda en el olvido una vez que el precio del barril de petróleo se derrumba. Son muy pocos los países que continuaron con los incentivos durante la nueva etapa de petróleo “barato”, lo que llevó a una marcada desaceleración de la producción. Entre 1985 y el año 2000 ese ritmo de incremento se redujo tanto que la producción sólo subió 22% hasta los 17 millones de m<sup>3</sup>. Este nuevo nivel productivo se debe a la abrumadora participación de Brasil, que produjo en promedio durante los noventa alrededor de 15 millones de metros cúbicos (ó 92% del total mundial).

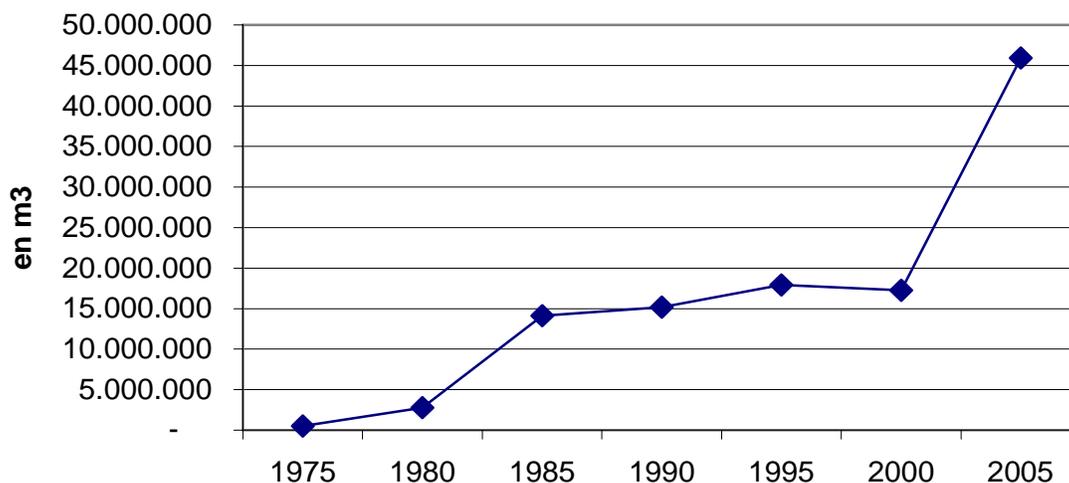
El siglo veintiuno trae consigo un renovado interés por los combustibles renovables. La producción brasileña retoma la tendencia al alza luego de una década de relativo estancamiento y Estados Unidos se convierte en el otro gran productor de etanol, con un impulso que lo lleva a superar, incluso, el volumen producido por Brasil el año pasado. Asimismo, comienzan a reglamentarse y ponerse en práctica distintos niveles de cortes obligatorios de biocombustibles en varios países. Así surgen otros productores secundarios, como China, la Unión Europea e India.

La producción registrada en 2005, de más de 45 millones de metros cúbicos, resulta 166% mayor a la principio de siglo y muestra el crecimiento explosivo de estos años.

---

<sup>4</sup> Existen distintas estimaciones acerca del balance energético neto del etanol de maíz, entre las que hay algunas que consideran que el balance es mayor y otras que llegan a estimarlo negativo.

**Gráfico 22. Producción mundial de etanol, 1975-2005, en metros cúbicos.**



**Fuente:** Christoph Berg y F.O. Licht

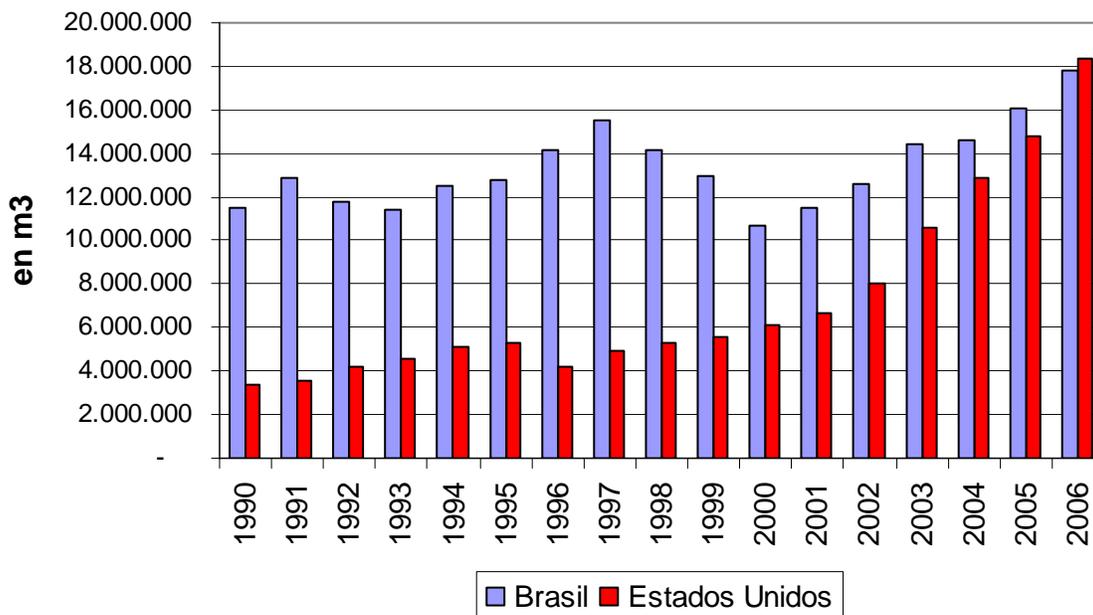
**Tabla 6. Producción mundial de Etanol, 2004-2006, en miles de metros cúbicos.**

	2004	2005	2006
Estados Unidos	13.362	16.118	18.352
Brasil	15.078	15.978	16.976
China	3.644	3.795	3.844
Unión Europea	2.245	2.517	2.979
India	1.746	1.697	1.897
Rusia	748	748	646
Argentina	159	166	170
Otros	3.727	4.906	6.124
Total	40.711	45.927	50.988

**Fuente:** F.O. Licht

En la actualidad, los dos principales productores del mundo son Estados Unidos y Brasil, con 18,3 y 17 millones de metros cúbicos respectivamente. Entre ambos concentran el 70% de la producción, lo cual los coloca como los dos países que en los hechos controlan el mercado de etanol. La diferencia que los separa consiste en que la totalidad de la producción estadounidense tiene como destino su mercado interno que además será abastecido en parte con importaciones, mientras que Brasil cuenta con excedentes y apunta a ser el principal proveedor mundial.

**Gráfico 23. Producción de etanol en Brasil y Estados Unidos, 1990-2006, en metros cúbicos.**



**Fuente:** Ministerio de Minas y Energía de Brasil y Renewable Fuels Association EEUU.

El volumen de producción de etanol brasilero no es sorprendente, tomando en cuenta que ese país cuenta con enormes reservas de tierras productivas para la caña y hace varias décadas que se mezcla la oferta de nafta con 20 a 25% de alcohol anhídrido. En 1997 su producción ya alcanzaba los 15,5 millones de m<sup>3</sup> y, luego de una fuerte caída debido a la coyuntura, recuperó ese mismo nivel en 2005; los valores alcanzados en 2006 muestran un alza de 13% sobre aquellos valores máximos del pasado, sugiriendo una recuperación apreciable de la tendencia al crecimiento. En comparación, ese mismo año de 1997 Estados Unidos producía menos de 5 millones de metros cúbicos, aunque, a partir de allí su producción comienza a crecer sostenidamente hasta una verdadera “explosión del etanol” que se registra a partir de 2002. Desde ese año en adelante, se multiplica la tasa de crecimiento, que pasa a 23% anual, ritmo que implica que la producción se duplica cada tres años y medio. Eso explica que los 8 millones de m<sup>3</sup> producidos en 2002 en Estados Unidos hayan pasado a 18 millones en 2006.

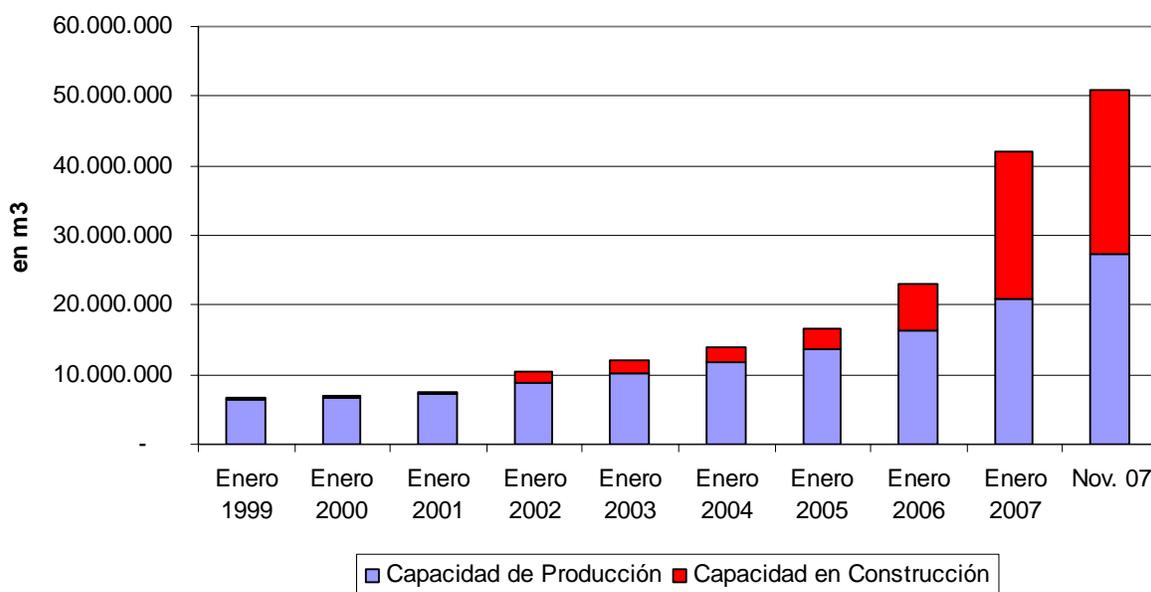
En segundo lugar están China, la Unión Europea e India, que registran producciones considerables, pero un rol secundario a nivel mundial. China, el mayor de los tres, produjo 3,8 millones de m<sup>3</sup> en 2006, y la India 1,9 millones. La Unión Europea, por su parte, producirá este año alrededor de 3 millones de metros cúbicos, aunque éstos representan menos de un cuarto de su disponibilidad de biocombustibles, ya que la producción de biodiesel superó este año los 10 millones de m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2 Principales productores de etanol

Estados Unidos disponía a principios del siglo XXI de 54 plantas de etanol en funcionamiento, con una capacidad de producción de 6,6 millones de m<sup>3</sup>. Las inversiones en el sector se fueron multiplicando, de modo que a fines del 2007 ya hay operando 134 plantas, con 27,3 millones de m<sup>3</sup> de capacidad.

Este último año, además de ponerse en marcha las fábricas que se habían decidido previamente, hubo un salto fenomenal en las inversiones en nuevos proyectos en el sector. Las 77 plantas que se encuentran en construcción en la actualidad van a agregar en el corto plazo una capacidad productiva adicional de otros 23,5 millones de metros cúbicos. En estas condiciones, si el proceso inversor continúa su marcha Estados Unidos tendrá capacidad en poco tiempo para volver a duplicar su producción, que superaría los 50 millones de metros cúbicos anuales de etanol.

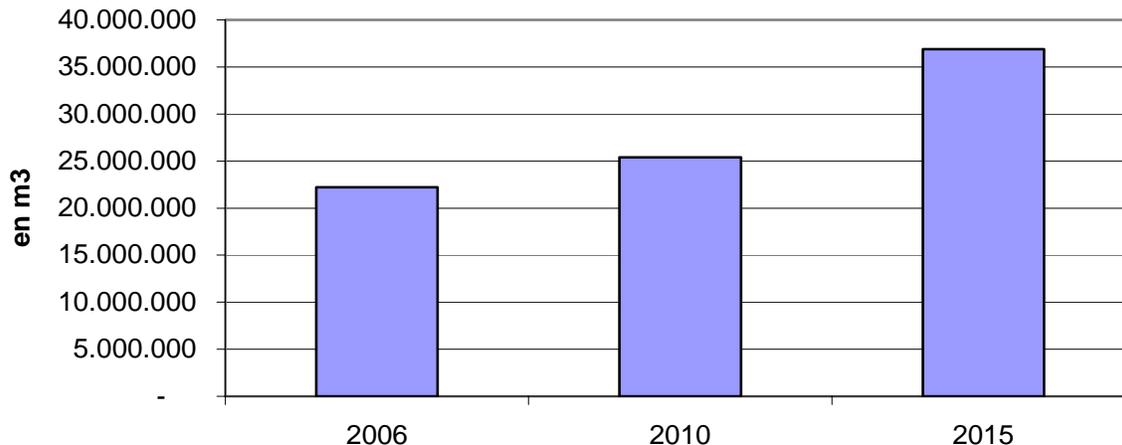
**Gráfico 24. Capacidad productiva de etanol y capacidad en construcción en Estados Unidos, 1999-2007, en metros cúbicos.**



**Fuente:** Renewable Fuels Association EEUU.

En Brasil se proyecta un sendero de crecimiento sostenido pero a un ritmo menor al estadounidense. Según el Ministerio de Minas y Energía del país vecino, en 2010 la producción se incrementará hasta los 25,4 millones de m<sup>3</sup>. En la década siguiente, el crecimiento se acelerará (7,8% anual) y se espera que la producción alcance los 37 millones de metros cúbicos para 2015. A pesar del esfuerzo inversor brasilero, las proyecciones muestran una fuerte pérdida de posiciones relativas frente a Estados Unidos, que tendrá para fines de esta década un nivel de producción 35% superior al que Brasil espera alcanzar en 2015 (50 contra 37 millones de m<sup>3</sup>).

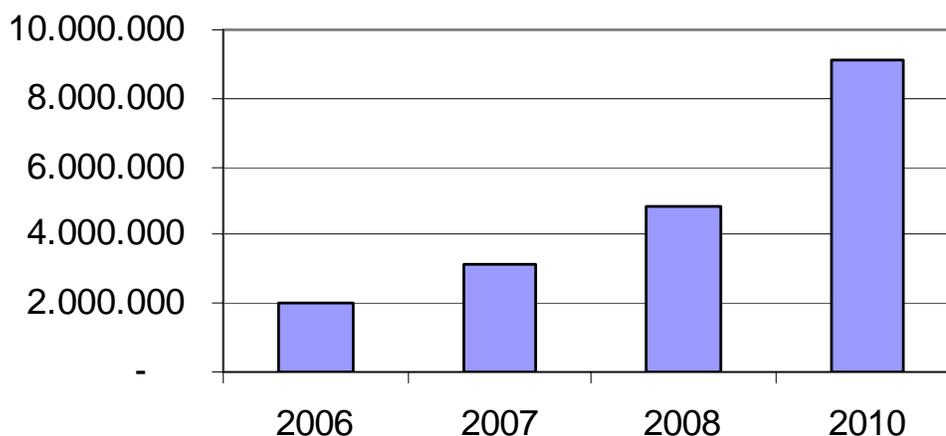
**Gráfico 25 Producción actual de etanol en Brasil y proyecciones, en m3.**



**Fuente:** AGE/MAPA, en “Política Nacional de Biocombustibles”, Ministerio de Minas y Energía.

La Unión Europea entró tarde al negocio del etanol. Sus esfuerzos hasta ahora se habían concentrado en el desarrollo del biodiesel, a pesar de que su ley que establece el corte obligatorio de biocombustibles permite elegir entre mezclas con biodiesel o etanol. De todas maneras, las fuertes inversiones en marcha permiten prever que la producción se multiplique por tres para el 2010, hasta superar los 9 millones de metros cúbicos. El etanol podría entonces representar para dicho año el 20% de la producción de biocombustibles (etanol y biodiesel) de la Unión Europea, que la USDA estima rondará los 44 millones de m3.

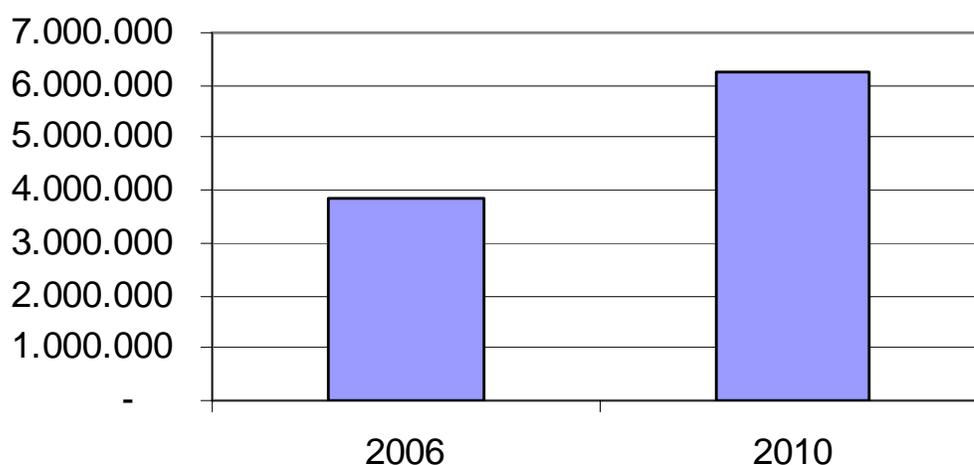
**Gráfico 26. Capacidad productiva de etanol en la Unión Europea y proyecciones, 2006-2010.**



**Fuente:** elaboración propia en base a estimaciones de USDA

La producción de etanol de China en el 2006 fue de 3,8 millones de metros cúbicos. Según las estimaciones del Centro de Información Nacional de Granos y Aceite de China, para 2010 dicho país estará produciendo 6,2 millones de m<sup>3</sup>. Incluso teniendo en cuenta estas proyecciones, más optimistas que la de la USDA por ejemplo, la producción sería menor a la demanda de etanol, que alcanzaría los 8,3 millones de m<sup>3</sup> en 2010. Estas relaciones indican que probablemente China necesite recurrir a las importaciones para complementar la oferta.

**Gráfico 27. Producción de etanol en China y proyecciones, 2006-2010.**



**Fuente:** Renewable Fuels Association y Centro de Información Nacional de Granos y Aceite de China.

Con solo considerar las proyecciones de producción para el 2010 de Estados Unidos, Brasil, la Unión Europea y China, se puede esperar que la oferta ronde los noventa millones de metros cúbicos a principios de la próxima década. La concreción de este escenario depende, sin duda, de una cantidad de factores en una industria que se encuentra en un constante proceso de cambio.

#### **4.1.3 Otros países que incentivan el consumo de etanol**

Además de los principales productores, existe una gran cantidad de países que han establecido por diversos métodos cortes obligatorios de etanol en las naftas. Entre los de mayor peso se encuentran China, India, Japón, Suecia, Sudáfrica, Colombia y Australia. Los cortes obligatorios generan en los distintos países un mercado interno que se concreta sin necesidad de competir con los precios del petróleo. En algunos países, esas normas ofrecen un marco de seguridad para el crecimiento de la industria. Sin embargo, en otros países en donde la producción de etanol a gran escala no es posible (debido a la escasez de tierras cultivables disponibles, por ejemplo), el corte será abastecido desde el exterior y el mercado asegurado es en

beneficio de los exportadores que cuenten con el excedente. Este es el caso, por ejemplo, de Japón, que los analistas ven a futuro como el principal importador.

**Tabla 7. Uso de Etanol en el mundo**

<b>Hasta 5%</b>	<b>Entre 5 y 10%</b>	<b>Más del 10%</b>
Unión Europea	EE.UU, Canadá	Brasil
India	China, Tailandia	Paraguay
Filipinas	Australia, Perú	Malawi
Ecuador	Colombia	EE.UU**
Bolivia	Venezuela, Jamaica	Canadá**
Vietnam	República Dominicana	Suecia**
Japón	Sudáfrica	Reino Unido**

\*\*Vehículos fuel flex

**Fuente:** Hart Energy

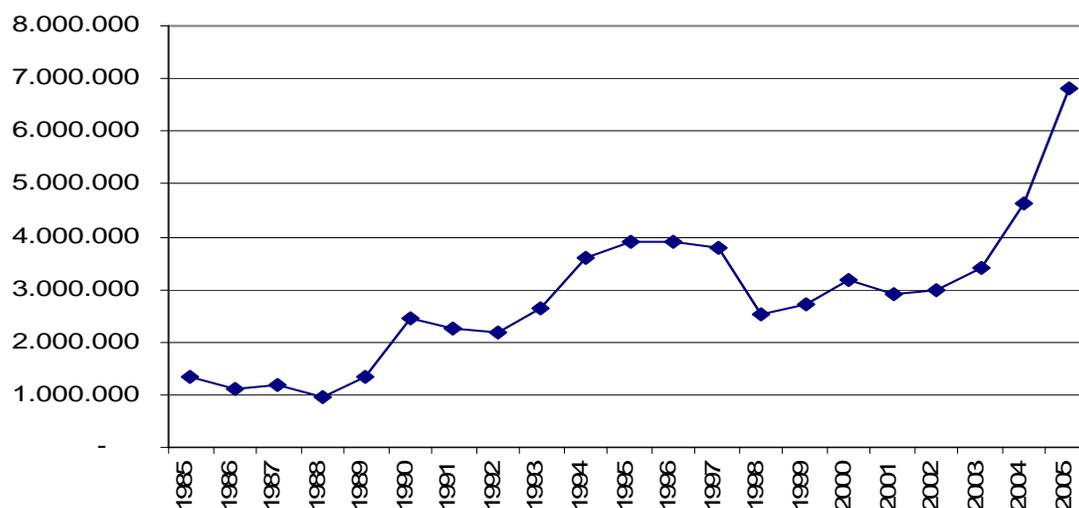
#### **4.2 Comercio de Etanol**

El comercio mundial de etanol representa desde la década del ochenta entre el 10 y el 20% de la producción mundial lo que indica que la producción en su mayoría se destina a los respectivos mercados internos. Esa relación puede cambiar con el nuevo uso de ese producto. En efecto, hasta hace pocos años, la dinámica del comercio de etanol estaba marcada por la compra para usos industriales y en bebidas mientras que en los últimos años predomina el uso del etanol como combustible.

Hasta mediados de los noventa, el comercio de etanol mostraba un crecimiento escalonado: en los '80 se exportaban 1,2 millones de m<sup>3</sup> anuales, en 1990-92 se genera un brusco salto hasta las 2,3 millones y en 1995-97 alcanza los 3,8 millones. Desde ese momento se entra en un período de retracción y estancamiento posterior que dura hasta el año 2003. Recién en 2004 se logrará superar el récord de comercio alcanzado en 1995. No obstante, el crecimiento de los últimos años marca un cambio estructural en el comercio de etanol, que se duplicó en tan solo dos años. Según las estimaciones optimistas de Christopher Berg, el comercio de etanol para uso combustible crecerá al 28% anual durante el próximo lustro, duplicándose cada tres años. Por consiguiente, se espera que siga creciendo rápidamente en los próximos años, aunque seguramente a tasas menores a las últimas registradas.

El principal exportador de etanol es Brasil, responsable del 40% del total de las exportaciones mundiales. Sus ventas al exterior sufrieron fuertes vaivenes y mostraban una clara tendencia al estancamiento desde el comienzo de la serie hasta el fin del siglo veinte. Desde el 2001 en adelante comienza la explosión de sus exportaciones, que se multiplican por ocho en cuatro años, a medida que pasan de 255 mil m<sup>3</sup> en 2001 a 2 millones en 2005.

**Gráfico 28. Comercio mundial de etanol, 1985-2005, en metros cúbicos.**



Fuente: FAO

En segundo lugar se encuentra la Unión Europea, con ventas por 1,2 millones de metros cúbicos, pero este valor refleja en gran medida los flujos internos entre países miembros. Las naciones de la Unión Europea exportan 1,2 millones de m<sup>3</sup>, pero al mismo tiempo importan 1,6 millones, de modo que esa región es un importador neto, con un déficit en 2005 de 400 mil metros cúbicos.

Luego están Sudáfrica, Estados Unidos y una serie de países de Latinoamérica y el Caribe. Entre todos suman otros 1,5 millones de m<sup>3</sup>, otro 20% de la oferta mundial. Estados Unidos es un caso similar al de la Unión Europea, dado que aparece como uno de los más grandes exportadores, pero importa el triple de lo que vende al exterior.

**Tabla 8. Exportaciones de etanol, 1985-2005, en miles de metros cúbicos.**

	1985-86	1990-91	1995-96	2000-01	2004-05
Brasil	331	21	265	250	2.288
Unión Europea 27	689	940	912	795	1.218
Sudáfrica	10	16	406	350	687
Latinoamérica y Caribe sin Brasil	61	246	368	424	505
Estados Unidos	15	545	975	489	337
China	1	49	44	227	131
Resto del mundo	109	542	932	514	548
<b>Total</b>	<b>1.218</b>	<b>2.360</b>	<b>3.904</b>	<b>3.052</b>	<b>5.716</b>

Fuente: FAO

Los principales compradores de etanol son la Unión Europea, Estados Unidos, Japón e India. La Unión Europea, que necesita importar biodiesel y etanol para cumplir con el corte obligatorio, cuyo porcentaje se incrementa a través de los años, importó en 2004 y 2005 más de 1,5 millones de metros cúbicos de etanol (aunque en gran parte para otros usos). Algunos analistas estiman que las importaciones de la UE crecerán en 500 mil m<sup>3</sup> en los próximos años.

Las compras de etanol de Estados Unidos superaron el millón de metros cúbicos por primera vez en 2004. Aún con el boom inversor que va a permitir duplicar la capacidad de producción en poco tiempo en ese país, es improbable que alcance para cubrir toda la demanda del mercado de combustibles más grande del mundo.

**Tabla 9. Importaciones de etanol, 1985-2005, en miles de metros cúbicos.**

	<b>1985-86</b>	<b>1990-91</b>	<b>1995-96</b>	<b>2000-01</b>	<b>2004-05</b>
Unión Europea 27	439	421	821	835	1.611
Estados Unidos	702	441	765	705	994
Latinoamérica y Caribe	11	883	1.319	393	434
Japón	317	372	468	499	405
India	0	0	1	0	376
África	4	21	38	86	332
Corea	28	75	147	186	216
Canadá	0	3	26	102	177
Israel	4	2	12	15	99
Resto del mundo	85	237	425	224	545
<b>Total</b>	<b>1.592</b>	<b>2.458</b>	<b>4.026</b>	<b>3.048</b>	<b>5.192</b>

**Fuente:** FAO

El otro gran importador es Japón, que se acerca al medio millón de metros cúbicos de compras anuales. Los informes de Christopher Berg realizan “estimaciones optimistas” a partir de la hipótesis de que Japón importará la totalidad del etanol necesario para cumplir con el E5 (nafta con un 5% de mezcla de etanol), que se irá elevando hasta un corte del 10% al final del período del protocolo de Kyoto. En este caso, Japón sería el mayor importador, responsable en pocos años de más de la mitad de la demanda mundial. Este escenario ya se empieza a vislumbrar y explica, en gran parte, la cooperación entre Brasil y Japón. Actualmente, Petrobrás y el grupo japonés Mitsui están proyectando levantar en conjunto cinco plantas para producir un millón de metros cúbicos que serán exportados en su totalidad a la potencia asiática.

### **4.3. Producción argentina de etanol**

Argentina cuenta con una larga historia en el desarrollo del alcohol para su uso como combustible vehicular. Desde la década del veinte se fueron realizando en el país una serie de investigaciones y pruebas con distintas mezclas de alcohol, en su mayor parte llevadas adelante por el Departamento de Investigaciones y Desarrollo de YPF, que sentaron las bases para lo que en 1979 se llamó Programa Alconafta<sup>5</sup>. Dos años después, en 1981, comenzó el consumo masivo de alconafta en Tucuman (impulsado por regulaciones oficiales) y durante el resto de la década se fueron sumando todas las provincias del NOA y algunas del Litoral y el NEA. Para 1987, había doce provincias integradas al plan que consumían aproximadamente 250 mil metros cúbicos. El plan permitió en distintos momentos absorber excedentes de alcohol de melaza (subproducto de la producción de azúcar), brindar destinos alternativos a la exportación de azúcar cuando los precios internacionales eran extremadamente bajos y aprovechar totalmente la capacidad de molienda de los ingenios azucareros. Había una cuarta etapa del plan alconafta que preveía llevar la producción a los 410 mil m<sup>3</sup>, para lo que se necesitaba ampliar la capacidad de destilación y utilizar en su totalidad las tierras disponibles para la producción de caña. Pero esta etapa nunca se llevó a cabo y el plan fue abortado una vez que se recuperaron los precios del azúcar y el del barril del petróleo volvió a bajar.

Esta valiosa experiencia quedó en el olvido en las décadas siguientes, período en que el tema de la alconafta desapareció de la política nacional. De todas maneras, la producción de alcohol continuó, aunque el uso predominante no era para combustible y se limitó a su utilización como insumo para la industria alimentaria y química, además de la exportación, que representa alrededor del 40% de la producción total.

#### **4.3.1 Producción actual de etanol**

La producción de etanol en Argentina era de poco más de 150 mil metros cúbicos en 2004. En los años siguientes se fue incrementando levemente y recién este año se espera que el crecimiento se acelere y la producción alcance los 200 mil m<sup>3</sup>. Para los próximos años, el crecimiento dependerá de la realización de los proyectos que hoy andan en danza, tanto de ampliación de ingenios, como de proyectos integrados de producción de etanol de maíz.

#### **4.3.2 Capacidad instalada y proyectos de inversión**

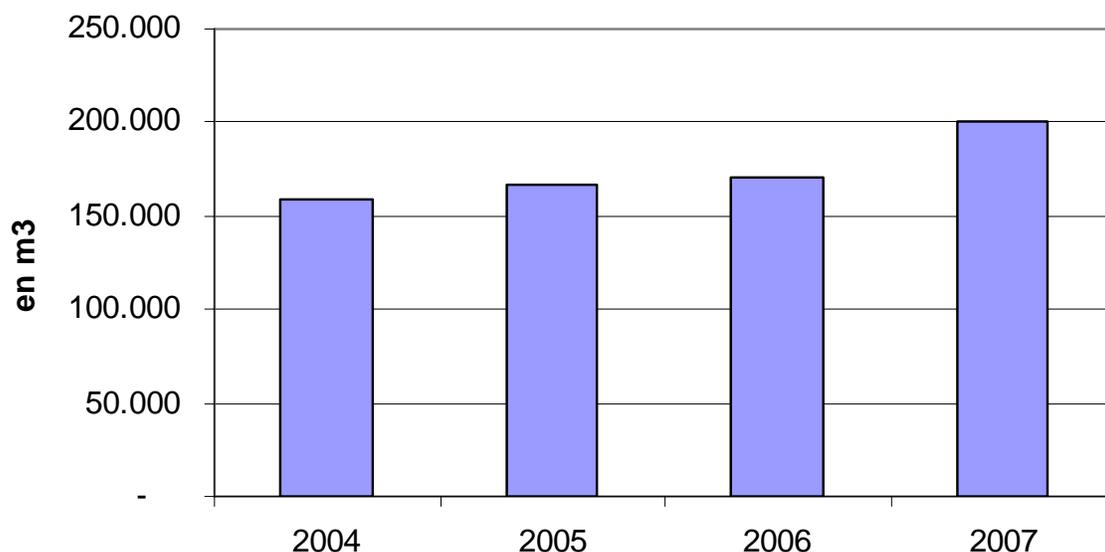
En el país existen 22 ingenios azucareros que molieron el año pasado 20,5 millones de toneladas de caña de azúcar. Cabe recordar que existen dos formas de obtener etanol a partir de dicho cultivo: como derivado de la producción de azúcar o como producto único y final del proceso. En el primer caso, de la molienda se obtiene jugo de caña, del cual se obtiene azúcar y un subproducto llamado melaza, que se trata

---

<sup>5</sup> Una reseña completa de las investigaciones y del Programa Alconafta se encuentra en el trabajo “Alconafta ¿Un Combustible Alternativo?” de S. Trumper y E. Cabanillas”.

por separado para convertido en etanol. En esta opción, por cada tonelada de caña industrializada se producen aproximadamente 110 kilos de azúcar y 11 litros de etanol. En la segunda opción no hay producción de azúcar, de modo que el etanol es el producto principal. Este proceso permite obtener 85 litros por cada tonelada de caña industrializada. Hasta el año pasado, todo el etanol producido en el país se elaboraba a partir de la melaza.

**Gráfico 29. Producción de etanol, 2004-2007, en metros cúbicos.**



Fuente: Renewable Fuels Association. Dato para 2007, estimado por USDA

La Tabla 10 presenta la capacidad de producción y los anuncios de inversión. Para los ingenios, la capacidad productiva se estimó en base a la producción a partir de melaza (en el caso de La Florida, está realizando una ampliación de su planta para producir etanol derivado del jugo de caña). Esto significa que si los ingenios creen conveniente incrementar la producción de etanol a costa de la de azúcar, con igual capacidad de molienda de caña de azúcar pueden producir prácticamente ocho veces más etanol (85 contra 11 litros por tonelada de caña molida).

Los 22 ingenios suman una capacidad superior a los 200 mil metros cúbicos, aunque ya se encuentra en ampliación el ingenio La Florida, que tendrá una capacidad para producir 100 mil m<sup>3</sup> de etanol a partir del jugo de caña.

**Tabla 10. Plantas en funcionamiento y anuncios de inversión, según tamaño.**

<b>Empresa</b>	<b>Capacidad (m3)</b>	<b>Ubicación</b>
<b>Funcionando</b>	226.500	
Ledesma	36.000	Jujuy
Concepción	31.000	Tucuman
San Martín de Tabacal	20.000	Salta
La Providencia	15.000	Tucuman
La Trinidad	14.000	Tucuman
La Florida	14.000	Tucumán
La Fronterita	11.000	Tucuman
Bella Vista	8.500	Tucuman
Ñuñorco	8.000	Tucuman
Santa Bárbara	8.000	Tucuman
Santa Rosa	7.500	Tucuman
La Esperanza	7.000	Jujuy
La Corona	7.000	Tucuman
Río Grande	6.500	Jujuy
San Juan	5.500	Tucuman
Marapa	5.500	Tucuman
Leales	5.500	Tucuman
Aguilares	5.500	Tucuman
San Isidro	4.500	Salta
Cruz Alta	4.500	Tucuman
Arno	800	Santa Fe
Las Toscas	700	Santa Fe
San Javier	500	Misiones
<b>En Construcción</b>	100.000	
La Florida (ampliación)	100.000	Tucumán
<b>Anuncios</b>	455.000	
Adecoagro	200.000	Santa Fe
Arcor	100.000	
San Jose	100.000	
Bio Etanol Rio Cuarto	55.000	Córdoba

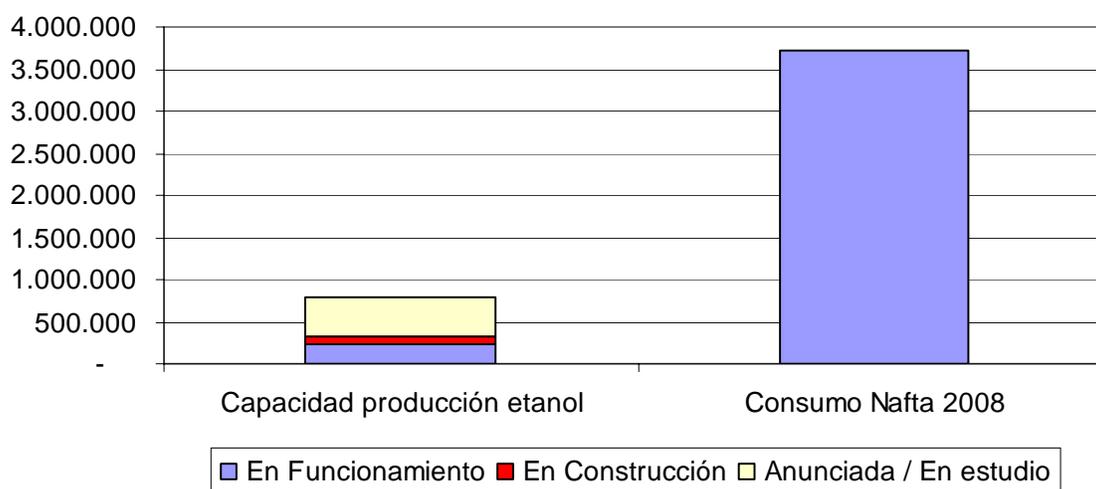
**Fuente:** elaboración propia.

Además de los ingenios que se encuentran en funcionamiento, hay una serie de anuncios de inversiones que podrían ampliar la capacidad de producción en los

próximos años. El más importante es el de Adecoagro, un proyecto integrado que planea procesar medio millón de toneladas de maíz para fabricar etanol y utilizar todos los subproductos para alimentar a vacas destinadas a la producción de leche. Se obtendrían 200 mil metros cúbicos de etanol, lo cual convertiría a Adecoagro en el mayor productor de etanol del país. Además hay proyectos de Arcor y San Jose, que piensan instalar plantas con capacidad de producción de 100 mil m<sup>3</sup>. Por último, está el proyecto de una serie de productores rurales que se asociaron para constituir la empresa Bioetanol Río Cuarto, que prevé poner en funcionamiento una planta integrada para producir 55 mil m<sup>3</sup> anuales de etanol.

En total, los ingenios concentran una capacidad de producción superior a los 200 mil metros cúbicos, a lo que se podría sumar la potencial de las plantas en construcción y anunciadas, del orden de 500 mil m<sup>3</sup>. La producción podría acercarse a los 770 mil metros cúbicos anuales. Para tener una noción de la magnitud de esta producción, estos 770 mil m<sup>3</sup> de etanol permitirían reemplazar un quinto del consumo de naftas.

**Gráfico 30. Capacidad de producción de etanol y consumo de naftas, en m<sup>3</sup>.**



**Fuente:** elaboración propia

Sin embargo, cabe señalar que los ingenios funcionan sólo unos meses al año. Para utilizar su capacidad productiva en su totalidad, se está analizando la posibilidad de que produzcan etanol a base de maíz en los meses de inactividad. En este caso, con inversiones menores se podría incrementar sustancialmente la capacidad productiva del sector.

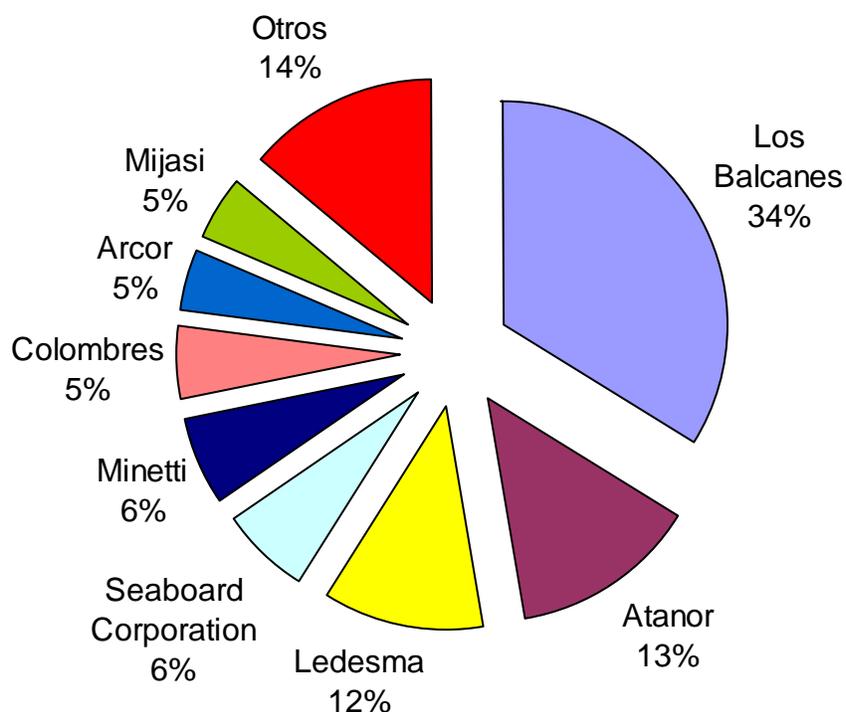
### 4.3.3 Principales empresas productoras

Hay 17 empresas que controlan los ingenios azucareros del país, aunque tan solo ocho de ellas concentran el 87% de la producción de etanol. El mayor productor, casi tres veces más grande que su competidor inmediato, es Los Balcanes. Con la inauguración el año pasado de una planta con capacidad para producir 100 mil metros cúbicos de etanol a base de jugo de caña se convirtió en el líder del mercado,

con 34% de la producción. En segundo lugar está Atanor (13%), empresa dedicada principalmente a la industria química, que compró los ingenios Concepción, Marapa y Leales para abastecer a sus plantas de agroquímicos con el etanol que utilizan como insumo. El tercero en importancia es el ingenio Ledesma (12%), de la familia Blaquier, el cual era hasta hace poco el ingenio más grande del país. Luego hay cinco empresas cuya participación ronda entre el 4 y el 6 por ciento de la producción total de etanol. Estas son la Seaboard Corporation (dueña del ingenio San Martín de Tabacal), Minetti (La Fronterita y Bella Vista), Colombres (Ñuñorco y Santa Bárbara), Arcor (La Providencia) y Mijasi (La Trinidad).

Entre estas ocho empresas, cinco son nacionales y tres extranjeras. Los Balcanes, empresa líder del sector, es nacional, al igual que Ledesma, Minetti, Colombres y Arcor; sumadas concentran el 62% de la producción de etanol. Por otro lado están Atanor, Seaboard Corporation y Mijasi, empresas que controlan cinco ingenios que representan un cuarto de la capacidad de producción total.

**Gráfico 31. Participación en la capacidad de producción de etanol.**



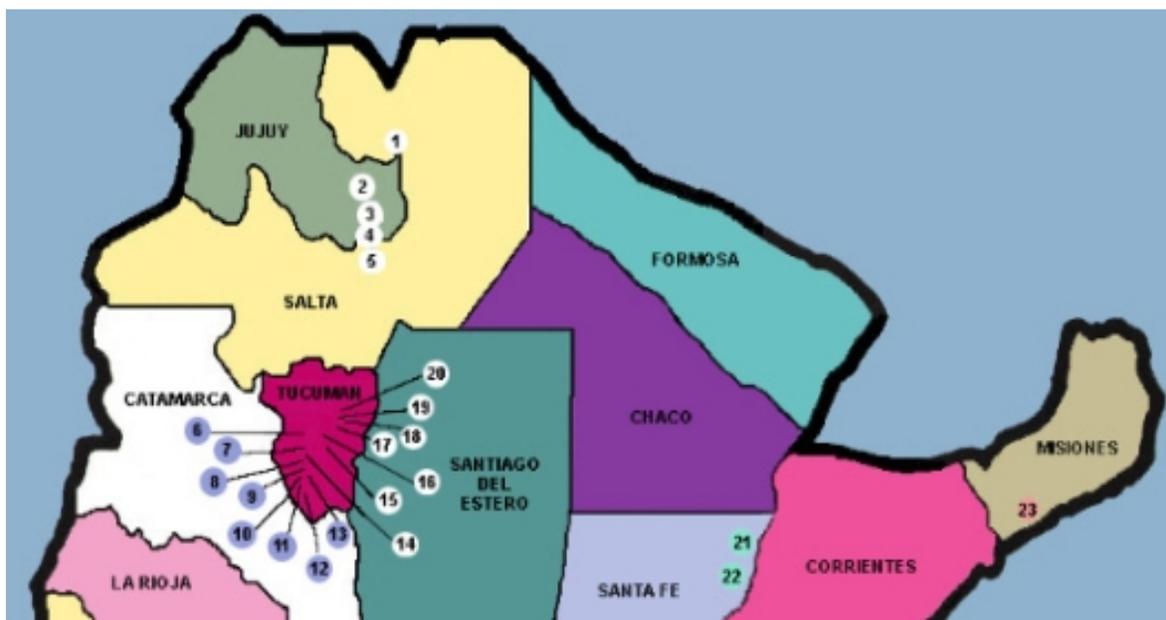
**Fuente:** elaboración propia.

#### **4.3.4 Distribución geográfica de la capacidad productiva**

Los ingenios azucareros están concentrados desde su nacimiento en la provincia de Tucumán. Allí se encuentran 15 de los 23 ingenios del país. Entre todos suman una capacidad de producción de alrededor de 250 mil m<sup>3</sup> de etanol, más de dos tercios del total. Luego vienen Jujuy y Salta, con 3 y 2 ingenios respectivamente, donde se

encuentra otro 25% de la producción. Estas tres provincias se reparten el 99% de la capacidad de producción, dado que el resto de los ingenios, de Santa Fe y Misiones, son de muy pequeño tamaño.

**Gráfico 32. Localización de los ingenios azucareros.**



**Fuente:** Centro Azucarero Argentino

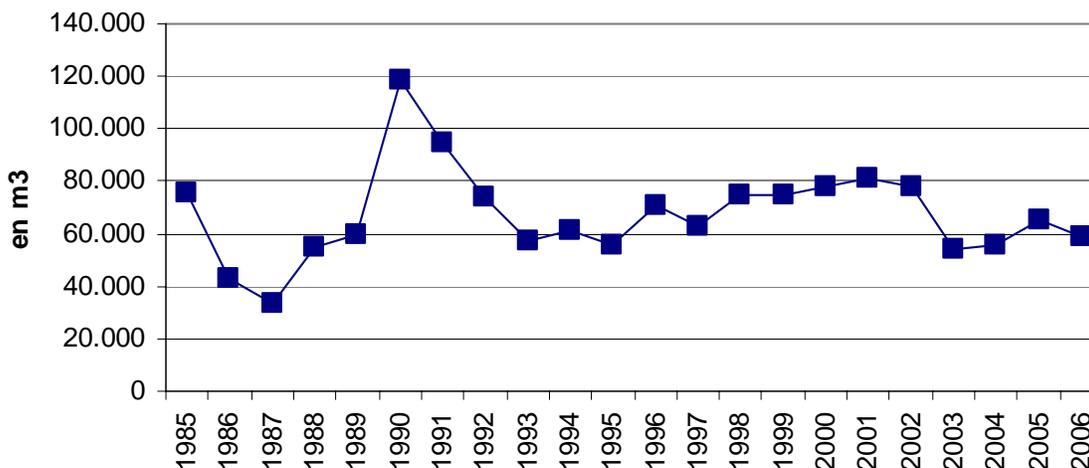
**Nota:** 1. S. M. del Tabacal, 2. Ledesma, 3. La Esperanza, 4. Río Grande, 5. San Isidro, 6. La Fronterita, 7. Ñuñorco, 8. La Providencia, 9. La Corona, 10. Aguijares, 11. Santa Bárbara, 12. Marapa, 13. La Trinidad, 14. Santa Rosa, 15. Leales, 16. Bella Vista, 17. San Juan, 18. Cruz Alta, 19. Concepción, 20. La Florida, 21. Las Toscas, 22. Arno, 23. San Javier.

#### **4.4 Exportaciones de etanol**

Las exportaciones argentinas de etanol tuvieron valores récord a principios de la década de 1990, con un mercado interno disminuido por la supresión de la norma que obligaba a consumiralconafta, cuando llegaron a superar los 100 mil metros cúbicos. En los últimos diez años, se exportaron entre 60 y 80 mil m<sup>3</sup> cúbicos anuales. Desde el 2003 las ventas al exterior disminuyen, pero siguen representando cerca del 30% de la producción.

Si se volcaran las exportaciones al mercado interno, ese volumen de etanol alcanzaría para cubrir alrededor de un tercio del corte obligatorio del 5% para las naftas.

**Gráfico 33. Exportaciones de etanol, 1985-2006, en metros cúbicos.**



Fuente: FAO

#### 4.5 Materias primas para la elaboración de etanol

El etanol se puede elaborar a base de materias que contengan sacarosa, como la caña de azúcar, la melaza y el sorgo dulce, otras materias ricas en almidón, como cereales y los tubérculos, o en celulosa, como la madera y los residuos agrícolas. Actualmente, las materias primas elegidas por los dos principales productores, Brasil y Estados Unidos, son la caña de azúcar y el maíz, respectivamente. La opción de la celulosa es hoy considerada por muchos como el futuro de los biocombustibles, dado que habría celulosa en mayor abundancia y su aplicación como etanol no tiene influencia sobre los precios de los alimentos.

En Argentina todo el etanol es producido a partir de caña de azúcar, aunque hay inversiones en marcha para comenzar a utilizar el maíz como insumo.

La Tabla 11 presenta el rendimiento de litros de etanol por hectárea que es posible obtener con distintos cultivos. La caña de azúcar es el cultivo, entre los analizados, de mayor rendimiento de etanol por hectárea, con 4.875 litros. Su tasa de conversión a etanol es baja (75 litros por tonelada), pero los rendimientos por hectárea de 65 toneladas la convierten en el más productivo. Luego están el maíz y el sorgo, con rendimiento por hectárea menores, de entre 5 y 7,5 toneladas, pero una tasa de conversión mayor que permite que se obtengan entre 2 y 3 mil litros de etanol.

**Tabla 11. Rendimiento de etanol por hectárea de distintos cultivos.**

	Rendimiento (kg/ha)	Conversión a Etanol (litro/ton)	Lts Etanol/ha
Caña de azúcar	65.000	75	4.875
Maíz	7.500	400	3.000
Sorgo	5.000	400	2.000

Fuente: elaboración propia en base a datos de SAGPYA

Como ya fue señalado anteriormente, la ley de biocombustibles estableció un corte obligatorio de etanol en las naftas. El consumo anual de nafta en nuestro país es de pocos menos de 5 millones de metros cúbicos, de lo que se deduce que se requieran 250.000 metros cúbicos de bioetanol (5 %) para el año 2010.

La Tabla 12 presenta la producción actual y las hectáreas utilizadas para la caña de azúcar, el maíz y el sorgo, y las hectáreas necesarias para cubrir el corte obligatorio del 5% de etanol en naftas.

La producción de caña de azúcar alcanzó en la campaña 2005/06 las 18,8 millones de toneladas y ocupó 300 mil hectáreas, principalmente en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy. La caña de azúcar se industrializa no sólo para obtener etanol, sino por el azúcar y el bagazo, que es utilizado como combustible en los ingenios o procesado como celulosa para papel.

**Tabla 12. Producción y superficie actual y necesarias para el corte de 5%.**

	Producción actual	Hectáreas necesarias	Superficie Sembrada	(2)/(3) % sobre total
Caña de azúcar	18.799.000	51.300	296.800	17%
Maíz	14.445.500	83.300	3.190.000	3%
Sorgo	2.327.800	125.000	577.000	22%

**Fuente:** elaboración propia en base a datos de SAGPYA

Según la Secretaría de Agricultura, las zonas agroecológicas aptas para el cultivo de la caña de azúcar ya están siendo explotadas, por lo que sólo aumentaría el área en caso de que una suba de su precio permita ocupar tierras marginales. De todas maneras, hay margen para incrementar los rendimientos industriales y de cosecha. Una prueba de ello son las diferencias de productividad entre Tucumán, Salta y Jujuy. Mientras en Tucumán, la principal provincia productora, los rendimientos fueron en la última zafra de 62 toneladas por hectárea, en Jujuy alcanzó las 75 y en Salta superó las 90. Uno de los motivos de tales diferencias es la disparidad en el tamaño de las explotaciones: las de propiedad de los ingenios, de mucho mayor magnitud, obtienen rendimientos 25% mayores a los de los cañeros independientes, debido al mejor manejo de la cosecha, inversiones en genética y al uso de maquinarias más avanzadas.

La posibilidad de incrementar la producción de caña ocupando zonas marginales (si los precios ofrecen la rentabilidad adecuada) y mejorando la productividad se ve reforzada por una tercera opción. En Argentina la mayor parte del etanol se obtiene a partir de la melaza, como subproducto del azúcar. De esta forma el rendimiento de etanol por tonelada de caña molida es de 11 litros. En cambio, si se produce etanol a partir del jugo de caña, se obtienen 85 litros por tonelada (pero a cambio de no producir azúcar). Cabe señalar, además, que el país exporta una porción importante de la producción de azúcar, por lo que existe la posibilidad de incrementar la

producción de etanol resignando producción de azúcar para fabricarlo a partir de jugo de caña, en caso de que los precios relativos del azúcar y el etanol hagan conveniente esta opción.

Estas tres variantes (incrementos del área sembrada, subas de productividad y pasar de producir etanol a base de melaza a hacerlo a base de jugo de caña) combinadas ofrecen margen para incrementar significativamente la producción de etanol.

Para tener una idea de las posibilidades, presentamos un ejemplo. En Tucumán se siembran 193 mil hectáreas con una productividad de 62 ton/ha y se obtienen 12 millones de toneladas de caña de azúcar. Si la productividad de las explotaciones tucumanas se llevara al nivel de las de Salta (90,6 ton/ha), en las mismas hectáreas se producirían 17,5 millones de toneladas, es decir, 5,5 millones más de las que se producen actualmente. Esas 5,5 millones de toneladas transformadas en jugo de caña y luego en etanol, se pueden convertir en 468 mil metros cúbicos de etanol. Con esta cantidad de etanol se podría reemplazar el 9% del consumo nacional de naftas, prácticamente el doble de lo establecido por la ley de biocombustibles.

En el caso del maíz, la producción en la campaña 2005/06 fue de 14,5 millones de toneladas cosechadas en 3,2 millones de hectáreas. Con el fenomenal incremento de precios de estos años, se espera que la producción siga mostrando el dinamismo que adquirió en los últimos años. Las principales provincias productoras de maíz son Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe, que concentran el 80% de la producción, pero la frontera maicera se extiende hasta la frontera norte del país.

Para elaborar el etanol necesario para cubrir el corte obligatorio del 5%, se necesita una cantidad de maíz que requiere apenas 83 mil hectáreas cultivadas, que representan menos del 5% de la superficie cultivada total. No habría entonces problemas en conseguir el maíz necesario para avanzar en la producción de etanol.

La producción de sorgo en la última campaña fue de 2,3 millones de toneladas y se cultivó en 600 mil hectáreas. Las principales provincias productoras son Córdoba, Santa Fe, Chaco, Entre Ríos, Santiago del Estero, San Luis. Para cubrir el corte obligatorio de etanol en naftas, se necesitarían 125 mil hectáreas de sorgo, es decir, el 22% de la superficie actual.

#### **4.6 Requerimientos de tierra en el ámbito mundial**

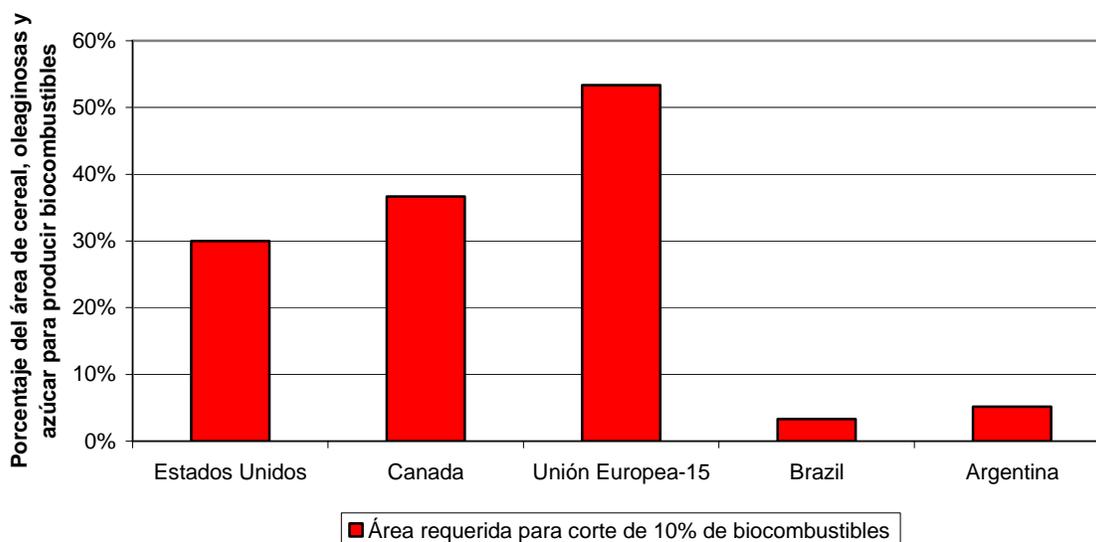
Uno de los principales problemas que enfrentan hoy los biocombustibles como alternativa es la demanda de utilización intensiva de tierra, factor escaso a nivel mundial y que además los pone en competencia con su uso para la producción de alimentos. Las estimaciones de la OCDE resultan ilustrativas en este sentido, al calcular que porcentaje del área hoy utilizada para producir cereales, oleaginosas y azúcar se requeriría para alcanzar el corte de 10% de biocombustibles.

Estados Unidos necesitaría utilizar un tercio de su tierra disponible, Canadá cerca de un 40% y la Unión Europea (15) más de la mitad. Sólo en los casos de Argentina y Brasil sería posible el corte utilizando el 5% de la tierra o menos.

En términos globales resulta que el reemplazo masivo de combustibles fósiles por biocombustibles con la tecnología disponible actualmente será difícil de llevar a

cabo sin generar trastornos significativos en la economía mundial, como podría ser incrementos brutales de los precios de los alimentos. La tarea de hacerlo viable reposa en la búsqueda de nuevas materias primas y nuevos procesos productivos, como podrían ser la celulosa para producir etanol, las algas para biodiesel o los avances de la biotecnología, aumentando los rindes de los cultivos o mejorando su capacidad para que de ellos se obtenga más combustible.

**Gráfico 34. Área requerida para corte de 10% de biocombustibles.**



**Fuente:** OCDE, elaboración propia del caso de Argentina.

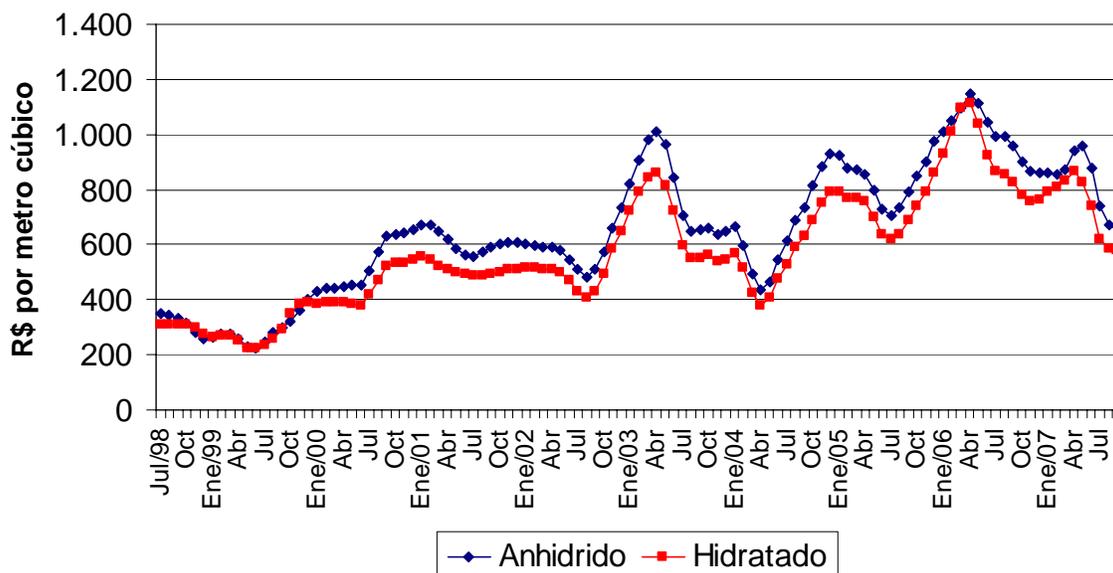
**Nota:** para Argentina, se considera el corte de 10% en biodiesel y etanol, fabricados a base de colza y caña de azúcar, respectivamente. Se toma como superficie agraria total a 30 millones de hectáreas.

#### 4.6 Análisis económico

En el convulsionado mercado de los biocombustibles entran varios factores en juego para la determinación del precio. Las legislaciones establecidas en distintos países generan un mercado cautivo que en muchos casos requiere un elevado precio para ser abastecido. A su vez, la demanda de materias primas (como el maíz y la caña de azúcar) que el mismo desarrollo de la industria provoca lleva a un incremento de los costos que puede derivar en suba de precios o reducción de los márgenes de ganancia. Por otro lado, en los países como Brasil, donde empieza a generalizarse la presencia de automóviles flex que tienen la capacidad de funcionar a nafta o etanol indistintamente, el precio del etanol arbitra con el de la nafta. Un diferencial sustancial a favor del etanol produciría un vuelco de la demanda hacia dicho combustible, generando una suba de precios, por lo menos hasta que la producción reaccione. Con un mercado que todavía no está consolidado, una industria en pleno desarrollo y cambios bruscos de algunas de las variables fundamentales como el precio del petróleo, resulta difícil prever aproximadamente qué precio regiré en el mediano plazo y, en consecuencia, cuales son los costos máximos que el etanol puede tener para ser competitivo.

En los últimos tiempos, el precio del etanol en Brasil se fue incrementando a medida que avanzaba la escalada del precio del barril de petróleo. A pesar de la apreciación del real que mitiga el efecto de la suba de precio internacional del crudo, el etanol comenzó a valorizarse desde principios del 2004 y tocó el precio máximo de 1,19/1,20 reales el litro en marzo del 2006. A partir de allí, con el precio del petróleo todavía en alza, el etanol se desploma hasta la mitad de esos valores. A los precios actuales, en Brasil el etanol es competitivo sin necesidad de incentivos fiscales.

**Gráfico 35. Precio de etanol anhídrido e hidratado en San Pablo, en reales por metro cúbico, media móvil tres meses, 1998-2007.**

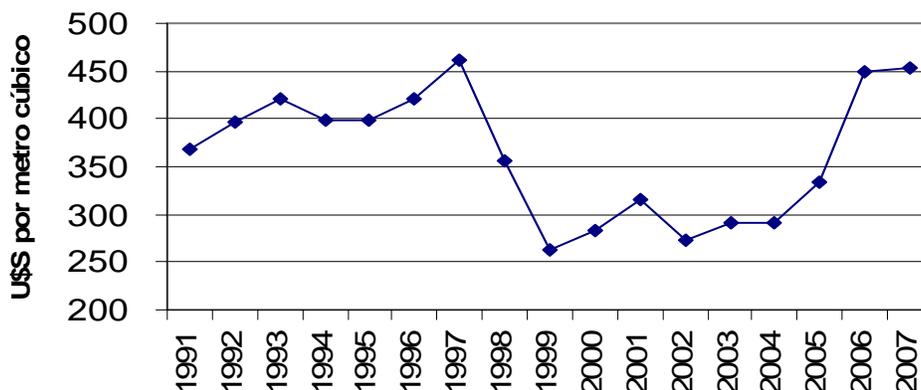


**Fuente:** ESALQ /CEPEA – Estado de São Paulo

En Argentina, la totalidad del etanol era producido a partir de la caña de azúcar. Como mostramos anteriormente, gran parte de esa producción tiene como destino a la exportación. El etanol vendido al exterior tenía un precio promedio de 400 dólares el metro cúbico en la primera mitad de la década del noventa. Luego de un pico de 1997 cae abruptamente y se establece a principios de siglo alrededor de los 300 dólares. Pero desde el año pasado se incrementa y ahora ronda los US\$ 450. Ese precio equivale a 72 dólares el barril de dicho biocombustible, valor inferior al precio actual del barril de petróleo, aunque superior al precio interno en Argentina. La producción de etanol a base de maíz todavía no se realiza a gran escala en el país. Sin embargo, se puede estimar el costo aproximado que este tendría. Al igual que ocurre en el caso del biodiesel y el etanol de caña de azúcar, el costo depende en gran medida de las fluctuaciones del precio de la materia prima, en este caso, del maíz.

El maíz representa tres cuartas partes del costo del etanol, que alcanza los 550 dólares el metro cúbico. El resto se reparte entre costos de producción, de administración y financieros.

**Gráfico 36. Precio promedio de exportación de etanol en Argentina, en dólares por metro cúbico, 1991-2007.**



Fuente: Aduana

**Tabla 13. Costo de producción de etanol a base de maíz, en dólares por metro cúbico.**

Costo de materia prima (maíz)	420	76%
Otros costos de producción	66	12%
Costos de administración y financieros	64	12%
Costo total	550	100%

Fuente: elaboración propia

El costo del etanol a base de maíz equivale a cerca de 90 dólares el barril, sin incluir allí margen de ganancia alguno ni impuestos. Ello coloca a un eventual precio de este producto en un nivel que difícilmente pueda competir abiertamente con el petróleo, salvo que éste se establezca por encima de la barrera de los 100 dólares. En el mercado interno la viabilidad del etanol a base de maíz dependerá del precio de referencia que se fije para el corte obligatorio del 5%.

### ***Reflexiones finales***

El vertiginoso aumento de la oferta mundial de biocombustibles es un hecho cuya importancia no puede desdeñarse. Los volúmenes de producción de estos bienes alternativos se multiplican año a año mientras que los proyectos en marcha anuncian un ritmo semejante, y aún mayor, para el período que se avecina. El mercado no presenta límites cercanos desde el lado de la demanda porque el consumo mundial de combustible es tan elevado que esta oferta de reemplazo apenas puede arañar un monto de un par de puntos porcentuales del total. En cambio, la oferta sí puede encontrar límites cercanos mientras opere a partir de cultivos agrícolas utilizados para la alimentación y sobre tierras fértiles que tienen superficies finitas, aún cuando el progreso técnico ofrece oportunidades de mejoras de productividad.

La expansión de esta actividad se fue acelerando incentivada por dos causas básicas: las señales de precios que generó la brusca suba del petróleo en los últimos años así como las medidas oficiales, aplicadas ya en la mayoría de los grandes países del mundo, que estimulan el reemplazo. Esas políticas buscan lograr una relativa independencia del petróleo, el empleo de alternativas energéticas renovables y la reducción, en lo posible, de las emanaciones contaminantes del ambiente. La multiplicación de las políticas oficiales a favor de este reemplazo asegura un mercado futuro para los biocombustibles, independientemente de su rentabilidad, y señala que este cambio ha llegado para quedarse aunque los problemas mayores que genera no parecen estar resueltos.

Por eso, estas reflexiones sólo pretenden mostrar los problemas e interrogantes que plantea el uso de los biocombustibles en esta etapa inicial de su avance que presenta una gran incertidumbre respecto del futuro. Los temas claves parecen ser los siguientes.

*a) el precio del petróleo define la rentabilidad de las alternativas*

El bajo precio relativo del petróleo, que se mantuvo durante décadas, alentó su aplicación masiva como fuente de energía, bloqueando objetivamente otras iniciativas posibles. Recién a partir del *boom* de precios de ese combustible, durante la década de 1970, se comenzó a debatir el posible agotamiento de ese recurso y la exploración de alternativas energéticas; estas fueron desde el intento de una mayor eficiencia energética en todos los usos posibles hasta la exploración de nuevas fuentes de energía. Entre los casos más destacados, se cuenta Francia, que encabezó la campaña por el uso de la energía nuclear, y Brasil que lanzó el programa de alcohol a base de caña de azúcar.

Esos programas perdieron fuerza durante la década de 1990 debido a la nueva caída de los precios del petróleo (al menos en valores constantes) que volvía a desalentar todas las otras alternativas. Más aún, el consenso de los expertos al comienzo de este siglo suponía que los precios del petróleo oscilarían en torno a los 25 dólares el barril, una predicción que muy pronto fue desmentida por los hechos. Con el precio del petróleo en dirección a los 100 dólares, la carrera por una alternativa viable explica la notable demanda de biocombustibles y el auge de los estudios por otros recursos posibles.

Pero, precisamente, la historia del petróleo coloca un signo de interrogante sobre la perspectiva futura de sus precios. Si bien es cierto que los geólogos y especialistas coinciden en que se trata de un recurso agotable, los mercados han tendido a operar ignorando esas predicciones. Hay tantas razones para suponer que el precio del petróleo seguirá subiendo, tal como se afirmaba con convicción en 1980, como para imaginar una cierta caída de esa variable en el futuro. Entre las fallas del mercado que pueden explicar ese amplio abanico de posibilidades figuran factores como la intensa actividad especulativa de los fondos de inversión que operan en esa área y la incapacidad de los agentes para tomar en cuenta el largo plazo, debido a que las elevadas tasas de retorno del sistema financiero llevan a niveles cercanos a cero el

valor presente de los precios supuestos del petróleo cuando se trabaja con plazos mayores de una década.

La evolución real del precio del petróleo es un factor decisivo para cualquier alternativa puesto que los costos presentes de todas ellas son, en general, más elevados que el equivalente a 50 ó 60 dólares el barril. En esas condiciones, una baja en dicho precio implica que habrá que subsidiar la producción de los combustibles alternativos, tarea que sólo pueden encarar los respectivos estados nacionales interesados en mantener abierta esa posibilidad.

La experiencia de algunos países europeos, que decidieron suspender los programas de energía nuclear durante la década pasada, y hoy están revisando esa medida, es un ejemplo de las dificultades que se plantean en esta área decisiva de la actividad. La experiencia de Brasil, en cambio, que mantuvo su programa de alcohol durante décadas y que hoy aparece como uno de los mayores productores mundiales, ofrece un ejemplo claro de las ventajas de la continuidad de ciertas políticas más allá de los indicadores de coyuntura. La Argentina, por su parte, que había iniciado un programa de producción de alcohol, prefirió suspenderlo cuando se redujo el precio del petróleo mientras apostaba intensamente al uso del gas, confiando en la magnitud de los nuevos yacimientos descubiertos y cuyas promesas no se cumplieron.

#### *b) el precio de las alternativas cambia con la demanda*

El cálculo de la rentabilidad de las alternativas al petróleo depende del precio de este pero, también, del precio de las materias primas que se utilizan con ese fin. Y la gran novedad de estos últimos años reside en que la rápida expansión de la demanda de esas materias primas para usarlas como insumo para producir biocombustibles generó un incremento notable de sus precios. Cabe advertir que los precios del mercado son un dato objetivo mientras que las causas de su evolución dependen de opiniones más o menos subjetivas, pero hay consenso en que el alza de precios del maíz y de la soja, al menos, están fuertemente relacionados con su utilización como fuente de energía y una tendencia similar se observa en otros cultivos de uso posible con ese fin.

Dada la magnitud de la demanda potencial por esos bienes desde el mercado de combustibles, cabe esperar que el alza se mantenga, resultado que plantea un cambio en la rentabilidad de dichas alternativas frente al petróleo. El tema que surge a partir de este hecho es que la rentabilidad de cada alternativa depende al mismo tiempo de la marcha de dos conjuntos de precios variables: el del petróleo y el de las materias primas con potencial de uso energético. En estas condiciones, aumenta la incertidumbre en el mercado y resulta probable que los cambios deban ser estimulados por las decisiones oficiales antes que por los mercados con el peso consiguiente de los costos potenciales en caso de falla.

Por otro lado, la competencia por el maíz y la soja como alimentos humanos o fuente de energía, está provocando un conflicto potencial en el mundo. Puesto que la oferta agrícola es limitada (mientras no aparezcan cambios técnicos sustanciales), el

resultado es un aumento de precios que afecta a los pobres en todo el mundo. El aumento del precio del maíz, por ejemplo, provocó ya un fuerte conflicto en México, donde forma parte de la alimentación básica de la población, y abre un panorama difícil para el futuro. Como mencionó un periodista, para que los “ricos” puedan cargar combustible en sus autos, los “pobres” deberán enfrentar un mayor costo para su alimentación, o reducir sus demandas en ese sentido.

Más allá de los problemas éticos que se plantean, y hasta más allá de este nuevo quiebre entre ricos y pobres, lo cierto es que estas tendencias plantean un horizonte complejo cuando se trata de efectuar proyecciones sobre precios en el futuro y, por lo tanto, sobre la rentabilidad relativa de las alternativas al petróleo.

#### *c) diferencia entre alternativas disponibles y potenciales*

Los biocombustibles que se están utilizando actualmente no son los únicos posibles. Más aún, está apareciendo una gama muy amplia de materias primas que pueden servir para producir combustibles alternativos, algunos de los cuales ofrecen un potencial muy interesante en ese sentido. El recurso al maíz, la caña de azúcar o la soja se origina más bien en la historia de estos bienes, cuya capacidad es conocida, mientras que se está experimentando con otros que ofrecen posibilidades muy superiores.

Si esta perspectiva es correcta, puede esperarse que la producción actual se vea reemplazada en poco tiempo por el recurso a otras fuentes energéticas que hoy son escasamente utilizadas. Las posibilidades de la celulosa o la jatrofa, por ejemplo, o las que ofrecen la cría de algas, señalan que hay una cantidad de alternativas que pueden ser utilizadas con mayor eficiencia energética y menor presión sobre la oferta de alimentos y el recurso suelo. Esta posibilidad señala la importancia estratégica de investigar esas alternativas y su real potencial productivo como base para el futuro. Es posible que algunas de ellas se desarrollen espontáneamente pero todo sugiere que aquellas naciones que exploren esos nuevos productos podrán ganar la carrera en la oferta futura de biocombustibles.

Las alternativas no se limitan a los biocombustibles puesto que hay numerosas fuentes de energía que pueden y deben ser utilizadas: la solar (mediante el uso de paneles especiales), el viento, el hidrógeno, etc. La Argentina, que cuenta en su territorio zonas con una apreciable radiación solar y otras con fuertes vientos, debería lanzar un enérgico programa de desarrollo de estas fuentes de energía y no limitarse a los biocombustibles tradicionales.

#### *d) costos, coeficientes técnicos y valor agregado*

Los costos relativos de los biocombustibles están variando con tal rapidez que resulta difícil efectuar afirmaciones sobre su rentabilidad relativa. En el caso de la soja, como se vio más arriba, el margen de ganancias está definido por los diferentes valores de las retenciones al aceite y al biocombustible y no por razones “naturales” (cualquiera sea el criterio con el que estas se definan). Este caso resulta muy significativo, por otra parte, debido a que el valor agregado durante la

transformación del aceite en biocombustible es de hecho insignificante. Es decir que las grandes inversiones que se están efectuando para ello se explican básicamente por la diferencia de retenciones y, por lo tanto, están pensadas exclusivamente para exportar; el precio en el mercado interno debería tener un diferencial semejante para que se justifique su uso desde el punto de vista económico.

Otra forma de observar estos problemas reside en el análisis de los coeficientes técnicos de la producción. En efecto, en ese caso, el maíz presenta uno de los cultivos menos eficientes porque se requieren 80 litros de combustible equivalentes (en todas las etapas de la producción maizera) para producir 100 litros equivalentes de biocombustible. Es decir que el beneficio real se limita a los 20 litros netos de producción adicional y no a los cien que aparecen como resultado a primera vista de esa transformación. Más aún, como el combustible es uno de los mayores insumos de esta actividad transformadora, los precios relativos generan una imagen engañosa de su eficiencia productiva.

En el texto se ha exhibido, asimismo, el producto en litros de biocombustible por hectárea que ofrece un indicador adicional de la eficiencia de cada cultivo, más allá de las señales del sistema de precios. Las diferencias son tan grandes y están tan volcadas a favor de algunos cultivos todavía poco utilizados, que puede esperarse un cambio intenso en esa selección de insumos en el mediano plazo.

#### *e) tendencias visibles y posibles*

La irrupción de los biocombustibles en la oferta mundial es tan impresionante por su magnitud como vertiginosa por su evolución. Incluso en la Argentina, a veces retrasada en la tarea de asumir algunas tendencias externas, se aprecia un ritmo notable de desarrollo, por ahora centrado en la soja y, en menor medida, en la caña de azúcar. Por sus ventajas naturales, el país tiene una clara posibilidad de atender sus requerimientos de biocombustibles alternativos en una proporción razonable y hasta de exportar una cantidad significativa; sin embargo, como se señaló, la ganancia posible en divisas no parece apreciable, por lo menos en el caso de la soja, por el escaso valor agregado adicional al aceite (que ya se exporta), y en el caso de la caña porque reemplazaría en parte la exportación de azúcar mientras no ocurra una expansión considerable de la cosecha de este insumo.

Pero otra conclusión de este trabajo consiste en que las tendencias actuales, por más intensas que ellas aparezcan al observador, no parecen ser las que van a definir el futuro. Los insumos alternativos y las fuentes de energía no tradicionales pueden llegar a cumplir un rol decisivo en los próximos años y este cambio altera el impacto de la producción (en cuanto a balance energético, valor agregado, exportaciones y creación de empleo). Es posible que alguna de ellas pueda surgir espontáneamente, impulsada por las condiciones del mercado, pero lo más probable es que ellas van a depender, en gran medida, de la capacidad oficial de señalar un rumbo, sea a través de las actividades de investigación, sea a través de apoyos y subsidios a las que resulten más apropiadas.

En este sentido, las fuentes de energía alternativas no ofrecen una oportunidad sino que plantean un desafío a enfrentar. De la capacidad de asumirlo va a depender la evolución futura del sector en el país.

---

**El CESP (Centro de Estudios de la Situación y Perspectivas de la Argentina) fue creado en 2001 por el Rector de la Universidad de Buenos Aires, como parte integrante del Instituto de Investigaciones Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas. Su propósito consiste en realizar estudios e investigaciones sobre la economía argentina, con el objeto de contribuir al conocimiento de su situación real y sus perspectivas de mediano plazo. Su director es Jorge Schvarzer.**