

## Documento de proyecto

# “Tablero de comando” para la promoción de los biocombustibles en Argentina

**Martina Chidiak**  
**Leonardo Stanley**



Este documento fue preparado por los consultores Martina Chidiak y Leonardo Stanley, coordinado por Hugo Altomonte, Jefe, Unidad de Recursos Naturales y Energía de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El mismo se desarrolló en el marco del proyecto "*Towards sustainable and equitable globalization. Sustainable development, integrated management of natural resources and climate change*" (GER/06/002), ejecutado por CEPAL en conjunto con la *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Diseño de portada: Marian Salamovich

Publicación de las Naciones Unidas

LC/W.242

Copyright © Naciones Unidas, febrero de 2009. Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

<b>Resumen</b> .....	7
<b>I. Introducción</b> .....	9
<b>II. Eje institucional</b> .....	15
A. Atribuciones y relación entre poderes .....	16
B. Diseño institucional.....	17
C. Políticas públicas, regulación y mercado .....	20
D. Articulación público–privada .....	21
<b>III. Eje energético</b> .....	23
A. Seguridad del abastecimiento.....	24
B. Fuentes de energía: disponibilidad, diversificación, renovabilidad y uso .....	28
C. Demanda y eficiencia energética.....	30
D. Patrón de especialización productiva y articulación internacional.....	37
<b>IV. Eje agrícola</b> .....	41
A. Opciones alternativas de uso de la tierra y de los recursos hídricos.....	42
B. Ventajas naturales.....	44
C. Cultivos, precios relativos y rentabilidad .....	44
D. Impacto en el desarrollo rural y cambios en el uso de la tierra .....	64
E. Efectos sobre la tenencia de la tierra .....	66
<b>V. Eje económico-social</b> .....	69
A. Empleo .....	70
B. Impacto en los ingresos de la población.....	71
C. Impacto sobre ingresos fiscales.....	71
D. Impacto en la balanza comercial .....	72
<b>VI. Eje ambiental</b> .....	75
A. Indicadores de sostenibilidad y su creciente importancia .....	75
B. Impacto sobre el patrimonio natural.....	80
C. Impactos ambientales favorables.....	81
<b>VII. Eje industrial</b> .....	83
A. Organización del mercado.....	83
B. Requisitos para la instalación de las plantas de procesamiento.....	88
C. Normas técnicas y fiscalización de la calidad de los biocombustibles.....	89

<b>VIII. Eje tecnológico</b> .....	93
A. Aspectos generales .....	94
B. Introducción de nuevas variedades y de mejoras en las variedades preexistentes .....	96
C. Investigación asociada con la introducción de biocombustibles de segunda generación. ....	97
<b>IX. Conclusiones</b> .....	99
A. Una visión global sobre el desarrollo del sector de biocombustibles en Argentina .....	99
B. Desafíos futuros.....	100
<b>Bibliografía</b> .....	103

### Índice de cuadros

Cuadro 1	Matriz energética – Evolución: 1960-2005.....	25
Cuadro 2	Consumo de gasoil por provincia o región .....	33
Cuadro 3	Precios de combustibles en la región .....	34
Cuadro 4	Consumo de biodiesel en base a soja y requerimientos al cultivo .....	36
Cuadro 5	Etanol en base a maíz - Cobertura de cuota .....	37
Cuadro 6	Exportaciones del complejo sojero (2002-2006) .....	38
Cuadro 7	Uso de la tierra – Evolución.....	43
Cuadro 8	Principales cultivos – Campañas 2005-2006/2006-2007 .....	45
Cuadro 9	Cártamo – Evolución 1992-1993/2006-2007 .....	49
Cuadro 10	Sorgo – Mejores campañas .....	52
Cuadro 11	Zafra de azúcar .....	53
Cuadro 12	Elaboración de aceites – evolución .....	54
Cuadro 13	Precio de los principales cultivos (Modificaciones recientes entre enero 2005 y julio 2007) .....	58
Cuadro 14	Rendimiento, insumos y balance de combustible obtenido .....	60
Cuadro 15	Cultivos asociados al biodiesel - Rendimientos promedio.....	61
Cuadro 16	Evolución en los rindes de los principales cultivos .....	62
Cuadro 17	Costos operativos de producción .....	62
Cuadro 18	Márgenes por cultivo – Máximo, Mínimo y Promedio.....	63
Cuadro 19	Retenciones, como porcentaje del valor exportado (Año 2007) .....	73
Cuadro 20	Análisis de Ciclo de Vida - Biodiesel obtenido en diferentes países. Emisiones de gases de efecto invernadero y demanda de energía .....	77
Cuadro 21	Origen y balance energético de diversos combustibles.....	78
Cuadro 22	Primeros emprendimientos PyME para la fabricación de biodiesel .....	84
Cuadro 23	Plantas PyMEs en operación .....	85
Cuadro 24	Biodiesel – Proyectos en ejecución.....	86
Cuadro 25	Biodiesel – Plantas proyectadas .....	87
Cuadro 26	Normas de calidad en Argentina (IRAM 6515-1).....	90
Cuadro 27	Requisitos de performance del Biodiesel norma IRAM 6515-1 .....	90
Cuadro 28	Normas de Calidad en la UE (EN 14214).....	91

### Índice de gráficos

Gráfico 1	Oferta interna de energía primaria (2005).....	26
Gráfico 2	Evolución Balanza Comercial Energética.....	27
Gráfico 3	Gas Natural–Evolución producción y reservas (1988-2006) .....	28
Gráfico 4	Importaciones mensuales de Gasoil (Noviembre 1994–septiembre 2007).....	29
Gráfico 5	Consumo de Naftas (2001-2006) .....	31
Gráfico 6	Consumo de gasoil.....	32
Gráfico 7	Biodiesel – Proyección de consumo (2010-2020) .....	35

Gráfico 8	Soja – Evolución del área sembrada respecto al total .....	46
Gráfico 9	Evolución del cultivo y cosecha de soja, 1990/1991 a 2006/2007.....	47
Gráfico 10	Evolución del cultivo y cosecha de girasol, 1990/1991 a 2006/2007 .....	48
Gráfico 11	Maíz del cultivo y producción de maíz, 1990/1991 a 2005/2007 .....	50
Gráfico 12	Rosario – Mercado Spot, evolución precios cereales.....	57
Gráfico 13	Precios relativos: cultivos varios vs. soja.....	58
Gráfico 14	Soja y derivados – Evolución en precios .....	59
Gráfico 15	Aceites - Evolución precio FOB promedio puertos argentinos.....	60
Gráfico 16	Rendimientos cultivos asociados al biodiesel 1992/1993 a 2006/2007 .....	61
Gráfico 17	Soja - Evolución costos directos .....	63
Gráfico 18	Principales cultivos - Evolución del margen bruto .....	64
Gráfico 19	Avance del Cultivo de soja en las Provincias del Norte .....	65
	(1991-1992 a 2005-2006).....	65
Gráfico 20	Biocombustibles - Reducción porcentual en las emisiones de GEI en el ciclo de vida .....	79



## Resumen

El estudio ofrece un análisis del desarrollo reciente, así como de los desafíos que enfrenta, el sector de biocombustibles en Argentina. La temática se aborda desde una visión amplia que toma en cuenta factores institucionales, energéticos, agrícolas, económico-sociales, ambientales, industriales y tecnológicos. Asimismo, se enfatiza la necesidad de enfocar la sustentabilidad de los biocombustibles considerando sus costos y beneficios desde la triple perspectiva económica, social y ambiental.

En el caso argentino, el interés de los biocombustibles se relaciona con los beneficios de diversificar y aumentar el valor agregado de la oferta exportable de base agropecuaria; con su potencial para modificar la matriz energética frente a la caída en las reservas de hidrocarburos, y con la posibilidad de reducir las emisiones atmosféricas asociadas al transporte. Los beneficios energéticos y ambientales se derivan, sobre todo, del elevado consumo de diesel-oil (gasoil) y de los cuellos de botella que exhibe actualmente la capacidad de refinación local de este combustible.

En los últimos dos años, el sector de biocombustibles ha crecido rápidamente en buena medida ayudado por las señales auspiciosas del mercado internacional y por el establecimiento de un marco regulatorio específico (que incluye requisitos de mezcla mínima al año 2010 y subsidios para la producción). Sin embargo, aún persisten incertidumbres sobre las reglas de funcionamiento del mercado interno de biocombustibles, y en función de ello, los proyectos de inversión puestos en marcha en el último año y medio están básicamente orientados a la producción de biodiesel en base a soja para el mercado externo.

En paralelo, el desarrollo de los biocombustibles en Argentina genera preocupaciones porque podría significar una exacerbación de los riesgos y problemas asociados al avance del cultivo de soja y a la expansión de la frontera agropecuaria que se han puesto de manifiesto durante la última década. Por ejemplo, la experiencia reciente sugiere la necesidad de medir los impactos del sector en términos de pérdida de biodiversidad, desmonte, concentración en la tenencia de la tierra, desplazamiento de pequeños productores y de cultivos regionales tradicionales, etc. En efecto, si la expansión de los biocombustibles exacerbara dichos riesgos y problemas, entonces podría volverse necesario regular la expansión de esta industria e incluir provisiones especiales (por ejemplo, tecnológicas o sociales) en el marco regulatorio para garantizar limitar o paliar sus efectos ambientales y sociales negativos.

En contraste, las políticas implementadas hasta ahora han tenido un foco “desarrollista” (es decir de promoción del sector) y de aprovechamiento de beneficios económicos de corto plazo, con escasa consideración de sus potenciales impactos de mediano y largo plazo. Esto se refiere no sólo a la escasa atención que la regulación ha brindado hasta ahora a los potenciales efectos negativos en lo social y lo ambiental (vinculados a la expansión de la soja y de la caña de azúcar para obtener biocombustibles) sino también a la cuestión tecnológica, que constituye otro desafío para la sustentabilidad del desarrollo de este sector. Por ejemplo, el rápido avance hacia biocombustibles de segunda generación resultará clave para mantener en el tiempo la competitividad pero no reviste una prioridad en las políticas locales. Por todo lo anterior, los principales desafíos que plantea el sector son del orden institucional. Es necesario lograr que el sector público visualice su doble carácter estratégico y multifacético; que las políticas e incentivos otorgados al sector privado se modifiquen tomando en cuenta esta perspectiva amplia, con un horizonte de largo plazo, y buscando la coordinación entre las acciones de diferentes áreas y niveles de gobierno para garantizar que los biocombustibles contribuyan al desarrollo sustentable local.



## I. Introducción

El presente estudio sobre el desarrollo reciente y los desafíos que plantean los biocombustibles en Argentina fue elaborado a pedido de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de CEPAL<sup>1</sup>. Siguiendo los lineamientos del proyecto CEPAL-GTZ sobre biocombustibles, se adopta una visión intersectorial de la problemática y se consideran siete ejes temáticos relacionados: institucional, energético, agrícola, económico-social, ambiental, industrial y tecnológico.

Los biocombustibles pueden obtenerse en base a diversos productos agropecuarios que van desde las plantas herbáceas y leñosas hasta varios tipos de residuos agrícolas y ganaderos (aceites vegetales y grasas animales). La materia prima básica que permite obtener bioenergía (incluidos los biocombustibles) es la biomasa, esto es la materia orgánica generada a través de la fotosíntesis. Esta permite producir ciertos compuestos químicos –en particular, alcoholes, éteres y ésteres- que son necesarios para producir biocombustibles como el biodiesel y el bioetanol. Estos dos biocombustibles son el foco principal del análisis, si bien otros biocombustibles (como el biogás) también presentan gran interés. El escaso espacio destinado al biogás en este estudio se debe a las limitaciones tecnológicas que lo confinan a un aprovechamiento mayormente local y de pequeña escala y le impiden ganar mayor espacio en las políticas sobre biocombustibles. De todos modos, el biogás recibe cierta atención en la sección referida al eje ambiental porque, de mediar ciertos adelantos tecnológicos esperados en los próximos años, podría jugar un rol importante en la sustitución de gas natural en términos económica y ambientalmente sustentables.

Los métodos de producción de biocombustibles suelen diferenciarse entre los tradicionales o de primera generación<sup>2</sup> y los de segunda generación, tecnológicamente más avanzados, pero mayormente en fase de investigación o desarrollo comercial. El foco del

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen especialmente la lectura y los comentarios brindados por parte de especialistas de organismos públicos relacionados con el sector, en particular, el Lic. Miguel Almada y la Ing. Agr. Flory Begenisic de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y el Ing. Osvaldo Bakovich de la Secretaría de Energía. Todos ellos contribuyeron a identificar y corregir varios errores y a la incorporación de necesarias aclaraciones a una versión anterior. De todos modos, como es de rigor, los autores son los únicos responsables por cualquier error remanente que pudiera contener este documento. Asimismo, cabe aclarar que las opiniones vertidas a lo largo de este trabajo sólo reflejan la visión personal de los autores sin que pueda suponerse ningún aval institucional ni de los organismos públicos antes mencionados ni de las instituciones que financiaron el estudio.

<sup>2</sup> Más precisamente, esta categorización se asocia al hecho que las tecnologías de primera generación están disponibles a escala comercial, con niveles de eficiencia conocidos, y con utilización efectiva en distintas latitudes.

proyecto CEPAL en el cual se enmarca el presente estudio y, por ende, los aspectos en él analizados, se centran en los desafíos de política y los impactos relacionados con los biocombustibles de primera generación. Un análisis exhaustivo (y comparativo) de cada aspecto (institucional, energético, agrícola, económico-social, ambiental, industrial y tecnológico) para el caso de los biocombustibles de segunda generación requeriría un estudio aparte dada la especificidad y extensión del tema. Sin embargo, el avance hacia la obtención de biocombustibles de segunda generación debe recibir mayor atención ya que resulta clave en el mediano y largo plazo para garantizar una contribución de los biocombustibles al desarrollo sustentable en el caso argentino. Por ello, se hace una breve referencia a los aspectos más importantes a considerar en relación a la incorporación de las nuevas tecnologías en lo institucional, ambiental y tecnológico.

A efectos de proporcionar un marco adecuado al análisis que sigue sobre el desarrollo del sector en Argentina parece importante mencionar brevemente algunas tendencias y los principales temas en el debate sobre biocombustibles a escala internacional, todo lo cual justifica, en buena medida, la selección de cuestiones abordadas en lo que sigue.

Desde hace varias décadas se manifiesta en diversos países – desarrollados y en desarrollo- el interés por utilizar biocombustibles (y otras fuentes de energía renovable) a efectos de diversificar la matriz energética y reducir los riesgos y los costos de shocks externos vinculados a los mercados de combustibles fósiles. Por ejemplo, durante la década de 1970 diversos países implementaron programas de combustibles alternativos orientados a minimizar los impactos negativos de los altos precios de los combustibles tradicionales. En algunos casos, tales iniciativas dieron lugar a casos exitosos -por ejemplo la experiencia de Brasil, líder mundial en producción de etanol. En otros casos, no tuvieron continuidad y fueron desactivados, como fue el caso del programa Alconafta en Argentina.

En el momento actual, el creciente interés mundial por los biocombustibles se asocia a la combinación de varios objetivos.

En primer lugar, el renovado interés por limitar shocks externos asociados a los mercados de combustibles fósiles, en vista de una creciente demanda energética mundial (sobre todo, proveniente de algunos países en desarrollo de rápido crecimiento como India y China). Sin embargo, el liderazgo de los combustibles fósiles no será puesto en duda en el futuro inmediato: se considera que éstos seguirán explicando alrededor del 80% de la demanda primaria de energía en el año 2030 (IEA, 2005).

En segundo lugar, el uso de biocombustibles suele promoverse a fin de reducir las crecientes emisiones de gases de efecto invernadero (en especial, de dióxido de carbono) del sector transporte. Este es, de hecho, uno de los ejes centrales de la política de promoción de biocombustibles de la Unión Europea. Según las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2004), el sector transporte será responsable de 1/3 de las emisiones globales de dióxido de carbono en el futuro. Distintos analistas destacan los efectos ambientales benéficos de la utilización de biocombustibles. Por un lado, las emisiones de varios contaminantes atmosféricos son menores cuando el biodiesel o el etanol sustituyen a los combustibles fósiles para el transporte. Por otra parte, y aún cuando el empleo de biocombustibles no reduce mayormente las emisiones de dióxido de carbono durante el uso final (transporte), puede ocurrir que las emisiones asociadas a la etapa de producción sea menor en comparación con los combustibles fósiles. Esto vuelve a los biocombustibles una opción de mitigación del cambio climático para los países desarrollados (quienes enfrentan compromisos cuantitativos de reducción de gases de efecto invernadero en el marco del Protocolo de Kyoto). En forma similar, esto podría permitir a los países en desarrollo generar ingresos adicionales por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la venta de “créditos de carbono” en el marco del Mecanismo para un Desarrollo más Limpio del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, como se

desarrolla en el capítulo VI, la generación de créditos de carbono por la producción de biocombustibles es, por el momento, limitada a la producción para autoconsumo o el mercado interno.

En tercer lugar, el desarrollo de los biocombustibles también busca reducir la dependencia energética, un objetivo geopolítico para muchos países desarrollados, notablemente los EE.UU. Este país ha iniciado un vasto programa de subsidios para aumentar la producción de etanol (en base a maíz) y fomentar el consumo, e invierte amplias sumas de dinero en investigación y desarrollo (I&D) relacionada con los biocombustibles de segunda generación. El objetivo es lograr que el etanol de origen celulósico sea competitivo en costos con el etanol de primera generación a más tardar en el año 2012.

En cuarto lugar, la producción y el uso de biocombustibles han sido priorizados en la estrategia de desarrollo de varios países de menores ingresos, como un medio para agregar mayor valor a sus exportaciones, para reducir sus importaciones de combustibles fósiles (y aliviar así su balanza comercial energética), para generar mayor empleo rural y para obtener combustibles a menor costo. La mayoría de estos países cuentan con climas templados/tropicales y por ello logran una mayor productividad en términos de biomasa y una alta competitividad en biocombustibles. Tal es el caso, por ejemplo, de Brasil con el etanol obtenido en base a caña de azúcar; y de Malasia con el biodiesel producido en base a aceite de palma. Desde esta perspectiva, varios organismos internacionales consideran a los biocombustibles como un medio para reducir la pobreza, por ejemplo, mejorando los ingresos rurales (FAO, 2006; UNCTAD, 2005). Por otra parte, el reciente Informe Stern sobre la economía del cambio climático destaca entre las innovaciones tecnológicas “limpias” con mayor potencial de aprovechamiento a aquéllas relacionadas con los usos energéticos de la biomasa en los países en desarrollo. Dichos países cuentan con biomasa en abundancia, pero hasta ahora presentan una baja eficiencia en su aprovechamiento energético (así como algunos impactos sociales negativos como por ejemplo, la contaminación intradomiciliaria derivada de la combustión de carbón o de leña húmeda en espacios cerrados) (Stern, 2007, capítulo 24).

Sin embargo, la irrupción de los biocombustibles no está exenta de riesgos y desventajas. Uno de los principales temores se asocia con el dilema “alimentos versus energía” (CEPAL/FAO, 2007; Ford Runge & Senauer, 2007). Dado que el crecimiento del sector productor de biocombustibles ocurre en un contexto de limitaciones en la cantidad de tierras arables disponibles, cabe esperar que conlleve una cierta competencia entre cultivos energéticos y comestibles por el uso del suelo. Desde esta perspectiva, es innegable que su desarrollo puede impactar negativamente sobre la disponibilidad de alimentos y elevar su costo. Algunos analistas incluso temen por la “seguridad alimentaria<sup>3</sup>”. En esta línea, es de notar que un estudio realizado conjuntamente por la OECD y la FAO destaca que si bien el alza reciente en los precios de los alimentos se debió fundamentalmente a factores coyunturales (por ej., sequías), los cambios estructurales en los mercados de alimentos que está generando el desarrollo de los biocombustibles contribuirán a un mantenimiento de los precios por encima de sus niveles históricos en los años por venir (OECD/FAO, 2007). Asimismo, un documento de trabajo reciente del Banco Mundial (Mitchell, 2008) asigna a los biocombustibles un impacto aún más fuerte sobre la evolución de los precios de los alimentos en los últimos dos años (en especial debido a que el 70% del aumento de la producción global de maíz entre 2004 y 2007 fue dedicado a producir biocombustibles).

Otro riesgo se asocia a la deforestación y la pérdida de biodiversidad en algunas regiones donde se está expandiendo la frontera agropecuaria (en especial en países de clima templado-

---

<sup>3</sup> En una reciente comunicación de la Unión Europea (UE, 2006) se plantea la necesidad de prestarle mayor atención a este problema, expresándose “el temor que, si aumenta la demanda mundial de biocarburantes, se pondría en peligro la disponibilidad de alimentos a un precio accesible en los países en desarrollo”.

tropical). Por otra parte, es necesario evaluar la eficiencia energética del biocombustible (por ej. traducida en un balance energético más favorable) en relación al combustible fósil que reemplaza. Es de notar que los impactos ambientales y el balance energético no son uniformes, sino que varían dependiendo de las prácticas agrícolas, el cultivo, la región y el biocombustible producido (OECD, 2007).

Finalmente, existe un creciente temor, fundamentalmente en los países en desarrollo, respecto a la forma en la que se estructurará la industria. Específicamente, surgen interrogantes acerca de las posibilidades de un país en desarrollo de retener las ganancias (rentas) que generan los biocombustibles (por ejemplo, si se obtienen a un costo menor que los combustibles fósiles) o bien, de evitar que los mismos sólo generen pérdidas netas. Esto último se debe a que un aumento en la producción de biocombustibles a gran escala (por ej. para la exportación) puede introducir efectos sociales y ambientales negativos. Por ejemplo, debido a que las grandes productoras de biocombustibles ocuparán tierras hasta ahora destinadas a los cultivos tradicionales por parte de pequeños productores, y al riesgo de que aumente la deforestación y la pérdida de biodiversidad.

Es por ello que debe analizarse cuidadosamente la sustentabilidad de los biocombustibles desde un punto de vista amplio, es decir, considerando sus costos y beneficios desde la triple perspectiva económica, social y ambiental. Asimismo, es necesario evaluar si el diseño institucional-regulatorio, la configuración productiva agrícola-industrial y las actividades tecnológicas están alineados y orientados a obtener dicha sustentabilidad.

Para garantizarla, resultan decisivas una serie de decisiones de política. Por ejemplo, el diseño de una política de uso del suelo (y ordenamiento territorial) adecuada (GEF, 2006); la consideración de los potenciales impactos ambientales y sociales negativos a la hora de diseñar e implementar las políticas de fomento a los biocombustibles; el seguimiento de los impactos en la estructura agrícola e industrial y la implementación de políticas sociales y ambientales específicas para paliar eventuales efectos negativos asociados al desarrollo de los biocombustibles. Existe un creciente consenso entre diversos analistas y organismos acerca de la necesidad de reformular las políticas de fomento a los biocombustibles (en especial, las de mezcla mínima) a fin de prever y limitar los potenciales efectos sociales (sobre el precio de los alimentos) y ambientales indeseados (Banco Mundial, 2007; OECD, 2007; Mitchell, 2008; FAO, 2008).

Al mismo tiempo, no debe subestimarse la importancia de la tecnología. En buena medida, las preocupaciones de muchas organizaciones sociales, ONGs, académicos y organismos internacionales frente a los biocombustibles se basan en los efectos de la producción y uso a gran escala de los denominados biocombustibles de primera generación (en particular, etanol en base a maíz o caña de azúcar, biodiesel en base a soja o aceite de palma, etc.) que resultan relativamente intensivos en el factor tierra y compiten con los cultivos alimenticios. Estimaciones recientes (OECD, 2007) indican que, en función de las limitaciones en las tierras disponibles para cultivo y las necesidades de alimentos, la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles de primera generación sólo podría alcanzar como máximo el 11% de la demanda mundial estimada para el año 2050. En contraste, la visión es más optimista cuando se consideran los biocombustibles de segunda generación (Patrouilleau y otros, 2006; Greenpeace, 2007). Las diversas alternativas de segunda generación (por ejemplo, el etanol celulósico obtenido en base a madera o residuos forestales o agrícolas) implicarían mayores rendimientos, una baja demanda de tierras y permitirían el aprovechamiento de residuos, contribuyendo a superar la disyuntiva alimentos vs. biocombustibles y a lograr un menor impacto ambiental. Sin embargo, algunos analistas consideran que el avance de las tecnologías de segunda generación es altamente incierto debido a su mayor costo y a la necesidad de su desarrollo comercial. Por estos motivos, se estima que las opciones tecnológicas de segunda generación sólo alcanzarían a duplicar el potencial mundial de sustitución de combustibles fósiles para el transporte hacia el año 2050 (y junto con las opciones de primera generación sólo alcanzarían a sustituir un 23% de la demanda) (OECD,

2007). Sin embargo, existen indicios de que los gobiernos apuntan a fomentar el desarrollo y uso de estas tecnologías como un modo de superar los límites (y efectos indeseados) a la adopción de biocombustibles. Por ejemplo, el Parlamento Europeo aprobó en Septiembre de 2008 una decisión donde se establece que al menos un 20% de los biocombustibles empleados en 2015 (y un 40% de los producidos en 2020) deberán ser obtenidos a partir de materias primas que no puedan ser empleadas como alimentos (tecnologías de segunda generación).

En el caso argentino, el interés creciente por los biocombustibles se asocia con varios de los objetivos arriba indicados. En primer lugar, pueden permitir diversificar la producción y aumentar el valor agregado de la oferta exportable de bienes de base agropecuaria. En segundo lugar, desde la perspectiva energética, pueden contribuir a reducir la participación de los hidrocarburos en la matriz energética argentina y a paliar la caída en las reservas de hidrocarburos (según estimaciones recientes, éstas serían agotadas en menos de 10 años). En tercer lugar, la entrada en vigencia del corte obligatorio previsto por la nueva ley de combustibles, podría generar una reducción de emisiones atmosféricas. Los beneficios energéticos y ambientales se derivarían, sobre todo, por el elevado consumo de diesel-oil (gasoil) en el país y los cuellos de botella en la capacidad de refinación local de este combustible.

Como se elabora con mayor detalle a lo largo del informe, los incentivos que enfrentan los actores económicos privados frente a los mercados local e internacional en la actualidad indican que el negocio más atractivo en materia de biocombustibles en Argentina es el asociado a la producción de biodiesel para la exportación. Argentina califica a nivel mundial como el primer exportador de aceite de soja. En una trama productiva con alto poder de mercado de las aceiteras, y con excedentes de capacidad instalada, las grandes compañías del sector se están interesando crecientemente en este negocio (como lo estaría demostrando una serie de proyectos puestos en marcha e iniciados durante los años 2007-2008).

Por el lado de los temores, no son pocos los que ven en el desarrollo de los biocombustibles (y del biodiesel) en Argentina un nuevo avance de la soja, y con ello, una exacerbación de los riesgos y problemas (sociales, ambientales y económicos) del monocultivo y la expansión de la frontera agropecuaria en suelos frágiles. Diversos analistas y grupos de interés consideran que este modelo de explotación agrícola amenaza la biodiversidad, favorece el desmonte, la concentración de la tenencia de la tierra, el desplazamiento de pequeños productores y de cultivos regionales y genera un deterioro en la calidad del suelo, así como impactos negativos en el empleo y el tejido social.

En cuanto a la disyuntiva energía vs. alimentos, hasta el momento, dicho temor parecería no ser tan relevante, ya que el principal cultivo utilizado en la producción de biocombustible (la soja) ya resulta el cultivo dominante en la agricultura argentina y su producción se destina (casi exclusivamente) a la exportación. En contraste, si el insumo empleado para la obtención de biocombustibles ocupara un lugar importante en la dieta de la población (como sería el caso del maíz), la situación podría ser otra. De todos modos, cabe tener en cuenta que si aumenta considerablemente la escala (tal como se prevé en el futuro próximo) de producción de biodiesel y si ésta se abastece de materias primas locales, el desarrollo de los biocombustibles sí podría generar efectos indirectos negativos sobre los precios de los alimentos (por el desplazamiento de cultivos alimenticios para sembrar soja). Asimismo, podría crear mayor presión para el corrimiento de la frontera agropecuaria a costa de la deforestación. Esto podría sugerir la necesidad de regular la expansión de esta industria para limitar o paliar sus efectos ambientales y sociales negativos.

La información relevada sugiere que Argentina muestra un gran potencial para el desarrollo de los biocombustibles, y no sólo del biodiesel en base a soja, por diversos factores, entre otros, la variedad de cultivos que pueden albergar sus suelos, la disponibilidad de tierras

agrícolas, el alto grado de productividad y competitividad que muestra la cadena agro-industrial del país. Su desarrollo efectivo y su sustentabilidad dependen, sin embargo, de una constelación de factores adicionales que no están garantizados por el momento. Por ejemplo, se requiere un marco regulatorio que considere una política de ordenamiento territorial y uso del suelo para limitar impactos negativos y el diseño de políticas de promoción y desarrollo (incluyendo políticas sociales y tecnológicas) orientadas a la sustentabilidad ambiental, social y económica de los biocombustibles. Esto requiere de una visión global, multisectorial y de largo plazo en relación al desarrollo de los diferentes segmentos productivos que parece estar ausente por el momento. Por ejemplo, no se ha considerado en el marco regulatorio la importancia del biogás desde el doble punto de vista ambiental y energético, ni tampoco se ha prestado atención al desarrollo de los biocombustibles de segunda generación.

El análisis que sigue se ordena de modo de considerar uno a uno los siete ejes arriba identificados que intervienen en la problemática de los biocombustibles. Sucesivamente los capítulos II a VII se concentran en los siguientes ejes: institucional, energético, agrícola, económico-social, ambiental, industrial y tecnológico. Por último, el capítulo VIII concluye con una perspectiva global de la situación actual y de los desafíos que el rápido desarrollo del sector de biocombustibles plantea para Argentina.

## II. Eje institucional

En las últimas dos décadas, diversos enfoques -tanto académicos como orientados al diseño de políticas en la práctica- han subrayado la importancia de las instituciones para el desarrollo (Banco Mundial, 2002). Esto también se aplica al caso del establecimiento y desarrollo del sector de biocombustibles. Por ejemplo, en diversos contextos y en la voz de diferentes actores se destaca la necesidad de “reglas del juego claras” que permitan llevar adelante las inversiones. Sin negar su importancia (el análisis posterior demostrará hasta qué punto las reglas de juego son cruciales para el desarrollo de diferentes segmentos del mercado de biocombustibles) parece también relevante tener presente que muchas veces, el reclamo de fortalecimiento de las instituciones lleva implícito uno de menor injerencia gubernamental en las decisiones empresariales. Llevadas a un extremo, dichas visiones pueden considerar que cualquier alteración de las reglas vigentes (incluso si se originan en la necesidad de solucionar problemas ambientales ó sociales) debería ser evitada por sus efectos nocivos para el desarrollo del sector. Es por ello que parece necesario destacar que las instituciones deben fortalecerse de modo de garantizar que el desarrollo del sector presente un balance positivo desde el punto económico, social y ambiental y evitar sesgos asociados a los intereses sectoriales.

Durante los años 1990, las reglas institucionales para el conjunto de la economía argentina sufrieron transformaciones profundas cuando el país se embarcó en un proceso de apertura, desregulación y privatizaciones. Para el campo, la transformación institucional llevó a la eliminación de los organismos de regulación<sup>4</sup>, la globalización de los mercados de consumo y producción, la irrupción de nuevos actores al sector (por ejemplo, las multinacionales agroalimentarias), y la conformación del MERCOSUR (Baudron y Gerardi, 2003; PROINDER, 2006<sup>5</sup>). El sector energético también se vio profundamente transformado en dicha década con la desregulación y privatización de las principales empresas del sector<sup>6</sup>. En el caso particular de los combustibles, las medidas adoptadas afectaron la estructura del mercado a partir de la irrupción

---

<sup>4</sup> Un conjunto de organismos, institutos y reparticiones que intervenían en el mercado agropecuario fueron eliminados. Así, se disolvieron la Junta Nacional de Granos (JNG), la Junta Nacional de Carnes (JNC), la Corporación Reguladora de la Yerba Mate (CRYM), la Dirección Nacional del Azúcar (DNA), el Fondo Promotor de la Actividad Lechera (FOPAL), y el Instituto Forestal Nacional (IFONA).

<sup>5</sup> En materia productiva, la reestructuración estuvo orientada a incrementar la eficiencia, lo cual aceleró tanto el cambio tecnológico como el proceso de concentración de la tierra (PROINDER – SAGPyA / IICA Argentina, 2006).

<sup>6</sup> Entre otras, de las principales operadoras del sector energético (Yacimientos Petrolíferos Fiscales – YPF, y Gas del Estado), y de las empresas del sector eléctrico. La desregulación implicó la separación vertical de la industria (tanto en gas como en electricidad), y un nuevo esquema de regulación sectorial (Transporte, Distribución y Comercialización).

de un nuevo régimen contractual que, entre otras cosas, otorgó a los productores la libre disposición de los fluidos extraídos.

Sin embargo, el cambio institucional más importante que se produjo en la década pasada fue la reforma de la Constitución Nacional. En general, alteró la relación de poder entre el gobierno nacional y las provincias y, en lo particular, disminuyó considerablemente la posibilidad de injerencia del primero en cuestiones referidas al manejo de los recursos naturales. En este sentido, la nueva Constitución de 1994 estableció que las provincias poseen el dominio originario de sus recursos naturales y otorga a éstas potestades para la regulación<sup>7</sup> de sus usos (con amplias implicancias en lo ambiental, agrícola y en lo energético, en particular por permitir a las provincias percibir regalías por los recursos minerales y petroleros explotados en su territorio).

El conjunto de cambios institucionales antes mencionados introdujeron nuevas oportunidades de desarrollo pero también importantes desafíos.

Uno de los principales desafíos a considerar, en el marco del proceso de desregulación y privatización de la década pasada, es la resultante debilidad del Estado para regular al sector privado. A esto se suma su escasa visión estratégica respecto a la importancia de adoptar políticas integrales con una visión de largo plazo. Dicha problemática reviste gravedad en el caso del gobierno nacional y se replica (quizás magnificado) en el caso de las provincias. A modo de ejemplo, cabe citar uno de los grandes desafíos institucionales que enfrenta Argentina en este momento: la creación de un régimen de ordenamiento territorial que promueva el desarrollo social y la sostenibilidad ambiental. Las provincias son las que, en última instancia, determinan las políticas a implementar en la materia, mientras que los titulares de la tierra son los primeros afectados por la falta de tal esquema. Sin embargo, a nivel individual éstos últimos no muestran ningún interés en la reglamentación, y a nivel gubernamental (tanto provincial como nacional) no se cuenta por el momento con iniciativas concretas, más allá de las declaraciones de buenas intenciones (para mayor detalle, se remite a la discusión sobre la ley de bosques en el capítulo VI).

## A. Atribuciones y relación entre poderes

Argentina es un país de organización federal, compuesto de 23 provincias y la Ciudad de Buenos Aires (la cual en los años 1990 recibió autonomía similar pero no completamente igual a de las provincias). Según la Constitución Nacional, reformada en 1994, las provincias retienen poder y autonomía sobre todo aspecto no expresamente delegado al Estado Nacional (por ej. la defensa es un aspecto delegado). Como resultado de lo anterior, la legislación referida al derecho civil, comercial, penal, de minería y de seguridad social es dictada por el Congreso Nacional (y no por las legislaturas provinciales) aunque su implementación efectiva y la organización judicial son cuestiones tratadas por los gobiernos provinciales. Asimismo, las provincias son responsables de garantizar la autonomía municipal dentro de sus jurisdicciones.

En paralelo, es importante destacar la superposición de políticas, leyes y disposiciones a escala municipal, provincial y nacional en algunos temas, como por ejemplo, es el caso en materia de políticas de desarrollo, recursos naturales y medio ambiente. Como ya se mencionó, el art. 124 (de la nueva Constitución) establece que las provincias mantienen el dominio originario de sus recursos naturales, lo cual las faculta a regular su uso, por ejemplo, en materia forestal, de uso del agua, de extracción de minerales, de uso del suelo y de ordenamiento territorial. Adicionalmente, el artículo 41 estableció que el Estado Nacional debe establecer requisitos

---

<sup>7</sup> Este puede ser el caso del petróleo: al ser titulares del recurso, son las provincias las que ahora tienen potestad de llamar a licitación.



mínimos de protección ambiental aplicables en todo el territorio nacional. Es por ello que cabe esperar en las intervenciones de la Nación y las Provincias en material ambiental nuevas y crecientes superposiciones, conflictos y necesidades de coordinación.

El sistema político argentino asigna gran poder de decisión y autonomía al Presidente (Poder Ejecutivo), si bien sujeto a cierto control por parte del Poder Judicial y del Legislativo. Si bien el Ejecutivo debe rendir cuentas regularmente frente al Legislativo y el Poder Judicial también tiene potestad de exigir determinadas rendiciones de cuentas o de fallar de modo de revertir decisiones del Ejecutivo y sus dependencias (en especial, los ministerios), es cierto que dichos controles solo suelen operar en el caso de temas salientes o conflictivos que ganaron la atención pública. A modo de ejemplo, vale citar los fallos de la Corte Suprema contrarios a las decisiones del Ministerio de Economía respecto al congelamiento y la indisponibilidad de depósitos bancarios de los agentes privados entre noviembre de 2001 y mediados de 2002. Otro ejemplo relevante fue la decisión de la Corte Suprema de citar a declarar y exigir un plan de acción a la autoridad ambiental nacional (la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable), a la Ciudad de Buenos Aires y a la Provincia de Buenos Aires por la falta de intervención y el descuido en el caso de contaminación de la cuenca compartida Matanza-Riachuelo. Por otra parte, cabe destacar que la autonomía del Ejecutivo se ha visto expandida en numerosas oportunidades (e incluso por períodos increíblemente prolongados, como ocurre en la actualidad), otorgándole poderes “extraordinarios” a fin de sortear situaciones de crisis.

Otro elemento clave que marca la relación no ya entre poderes sino entre diferentes niveles de gobierno (Nación-Provincias y Provincias-Municipios) tiene que ver con la descentralización de servicios sociales (en particular, en materia de salud y educación) y la distribución de recursos fiscales entre jurisdicciones. Según Cetrángolo & Gatto (2002), la transferencia a las provincias de los servicios de salud y de educación realizada iniciada en los años 1970 y profundizada en la década de 1990 no fue acompañada por un correspondiente aumento de transferencias financieras para garantizar que las provincias pudieran hacer frente a su costo. Si bien la salud es un área de competencia provincial, en el caso de la educación existe superposición de competencias entre la Nación y las provincias. Asimismo, las reglas de federalismo fiscal (en particular, en lo que hace la distribución de la recaudación de impuestos nacionales, como por ejemplo, el impuesto a las ganancias) han sido afectadas en numerosas circunstancias a fin de hacer frente a “emergencias” fiscales del gobierno nacional, en particular, déficits asociados al sistema de pensiones. De todos modos, los autores destacan que el problema es de larga data: en toda la historia argentina no se ha logrado consensuar democráticamente (es decir, a través del debate parlamentario) un sistema definitivo de reglas de reparto federal de los impuestos nacionales. El sistema vigente actualmente data de 1987 y se trata de un régimen pensado como una solución temporaria hasta el año 1989; desde entonces es renovado y modificado año a año en función tanto del balance de poder entre el gobierno nacional y las provincias, como de las necesidades y grados de emergencia provinciales.

## **B. Diseño institucional**

Esta sección describe el marco regulatorio del sector, compuesto de la ley nacional de biocombustibles sancionada en 2006 y de diversos regímenes provinciales (que replican o amplían los beneficios y normas incluidos en el régimen nacional). Seguidamente se introduce un análisis de las políticas públicas asociadas al sector, identificando a las principales autoridades con injerencia en el tema. Finalmente, se introducen una serie de reflexiones sobre el diseño del marco regulatorio nacional.

## 1. Ley de biocombustibles – nivel federal

El marco regulatorio básico está fijado por la Ley N° 26.093 (de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles). La ley fue sancionada el 19 de abril de 2006 (publicada en el Boletín Oficial el 15/5/2006) y reglamentada a través del Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N°109/07 (del 9 de febrero de 2007).

La ley establece un corte obligatorio mínimo del 5% de biocombustibles en los combustibles comercializados (en particular, 5% de bioetanol mezclado con las naftas, y 5% de biodiesel mezclado en el gasoil o diesel). Este requisito entrará en vigencia a partir del 4to año de entrada en vigencia de la ley (es decir, en Enero del 2010). El porcentaje de corte mínimo podrá ser aumentado (aunque también disminuido, si las condiciones de escasez lo justificaren) por la Autoridad de Aplicación (la Secretaría de Energía).

También se creó un régimen especial que favorece a los proyectos de producción de biocombustibles orientados al mercado interno, el cual estará vigente por 15 años (esto es, hasta el año 2022). Dicho esquema podrá ser aprovechado por industrias radicadas en el país, dedicadas exclusivamente a la producción de biocombustibles cumpliendo con las normas de calidad, seguridad y medio ambiente. Deberá tratarse de empresas con mayoría de capital estatal o de productores agropecuarios, considerando como tales a aquellas personas físicas o jurídicas constituidas en el país, que puedan justificar un 50% de sus activos (como mínimo) afectados a la actividad en Argentina, con inmuebles aptos para la producción agropecuaria y que, al mismo tiempo, ésta genere como mínimo el 50% de sus ingresos. La ley establece que el cupo fiscal de fondos destinados a los beneficios promocionales (detallados a continuación) será asignado con prioridad a pequeñas y medianas empresas (PyMEs), productores agropecuarios y economías regionales.

El régimen promocional incluye:

- devolución anticipada de IVA o amortización acelerada de bienes de uso;
- subsidios directos;
- exención del impuesto a la ganancia mínima presunta desde la puesta en marcha y hasta el tercer ejercicio inclusive; y,
- desgravación de los tributos específicos que gravan a los combustibles fósiles, para el caso de los biocombustibles destinados al corte obligatorio;
- un registro de plantas productoras.

En la práctica, cuando la autoridad de aplicación apruebe un proyecto para ser favorecido por el régimen promocional este tendrá garantizada la venta de su producto para el mercado interno (que las empresas petroleras -distribuidoras de combustibles- deberán comprar, al precio fijado a tal fin por la autoridad de aplicación).

Según el decreto 109, la autoridad de aplicación del régimen promocional es la Secretaría de Energía (SE), dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Entre sus misiones se incluyen las de fijar las normas de calidad y seguridad, de establecer y llevar un registro de productores y comercializadores, y también la de la aprobar proyectos a ser favorecidos bajo el régimen promocional. En cuestiones de índole tributaria o fiscal, la autoridad responsable será el Ministerio de Economía y Producción, dependencia que fijará anualmente el monto máximo de cupo fiscal (disponible para otorgar subsidios). La ley también creó una Comisión Asesora (multisectorial), la cual asistirá a la autoridad de aplicación. Se prevé que dicha comisión esté integrada por un representante de cada uno de los siguientes organismos: Secretaría de Energía, Secretaría de Agricultura, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Hacienda, Secretaría de Política Económica, Secretaría de Industria, Secretaría de Ciencia y Tecnología y

Administración Federal de Ingresos Públicos (también se prevé la participación de actores privados y de consejos federales relacionados con la actividad).

En septiembre de 2007 el Poder Ejecutivo introdujo una modificación a la ley de biocombustibles a fin de incorporar al etanol producido con caña de azúcar al régimen promocional (los ingenios estaban *a priori* excluidos dado que no obtienen el 50% de sus ingresos de actividades agropecuarias sino industriales). Por consiguiente, también podrán acceder al régimen de promoción personas físicas, sociedades comerciales privadas o de capital estatal, mixtas o cooperativas “que sean productoras de caña de azúcar o que produzcan industrialmente caña de azúcar”.

Cabe notar que el marco regulatorio no incluyó mayores provisiones para facilitar la transparencia del sistema: no se especificaron los criterios para evaluar y seleccionar los proyectos que recibirán subsidios, ni tampoco se establecieron requisitos de rendición de cuentas o de evaluación del desempeño de la política promocional de biocombustibles (ya sea a nivel general o de los proyectos subsidiados en forma individual). En materia de subsidios, la legislación no introdujo tope presupuestario alguno, el cual será definido año a año por el Ministerio de Economía.

## 2. Leyes de biocombustibles – nivel provincial

Al momento, sólo 10 provincias han dictado algún tipo de normativa relacionada con los biocombustibles. Estas son: Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba, Corrientes, Misiones, San Juan, Mendoza, Santa Cruz, Neuquén y Río Negro, mientras que en Chubut y Entre Ríos se encuentran en proceso de estudio en los respectivos congresos provinciales.

En el caso de la provincia de Santa Fe, sin duda una de las más relevantes como productora de biocombustibles, el negocio se encuentra normado por la ley 12.692 (publicada en el Boletín Oficial el 19/12/2006) y el Decreto 158/07. La ley adhiere a la legislación nacional en la materia y establece beneficios adicionales para los proyectos de radicación industrial, aplicables también en caso de ampliaciones en la capacidad instalada y/o en la absorción de mano de obra. Contempla la creación de fuentes de financiamiento específicas para el otorgamiento de créditos y la realización de obras de infraestructura. Finalmente, creó una serie de beneficios impositivos (exención, reducción y/o postergación de tributos provinciales: ingresos brutos, sellos, inmobiliario y patentes), los cuales podrán ser aprovechados por un período de hasta 15 años.

En el caso de la provincia de Buenos Aires, la ley 13.719 (publicada en el Boletín Oficial el 20/09/2007) adhiere a la ley nacional y establece beneficios adicionales: fija un horizonte de estabilidad fiscal y exceptúa a los productores del pago de impuestos a los ingresos brutos como así también del impuesto inmobiliario. Los beneficios se diferencian para los proyectos que se encuentren destinados para el autoconsumo o estén promovidos por la ley nacional, en relación a aquéllos cuya producción (sin beneficios de la promoción nacional) tenga como destino al mercado interno o la exportación. En los dos primeros casos, los beneficios provinciales abarcan un período de 15 años, mientras que los segundos se ven favorecidos por un período de 10 años. La ley también crea un Fondo para la Promoción y Fomento de los Biocombustibles (FONBIO), el cual está orientado a promover la actividad, mediante subsidios, la investigación y el desarrollo, así como la asistencia tecnológica. En materia de sustentabilidad ambiental, la nueva ley intenta introducir mayores incentivos a la diversificación mediante la promoción de cultivos que favorezcan la diversificación productiva. Finalmente, también en materia ambiental la nueva normativa mantiene la potestad provincial para realizar un estudio de impacto ambiental sobre las plantas autorizadas a funcionar dentro de su territorio.

En otros casos, la normativa provincial sólo tiende a establecer exenciones impositivas para aquellas industrias que se establezcan en la provincia a fin de producir biocombustibles. Este es el

caso de la provincia de Santa Cruz, donde la ley 2692 (2007) exime de impuestos y tasas provinciales a las operaciones y actos que realicen los beneficiarios del régimen de promoción nacional. Una normativa similar está en estudio en la provincia del Chubut (por la cual la provincia adheriría a la normativa nacional). En Neuquén, la ley 2413 (2002) adhirió al Decreto-PEN 1396/01 (ver más adelante) y estableció la exención a los productores, almacenadores y comercializadores de biodiesel de los impuestos a los ingresos brutos, sellos y otros impuestos provinciales. Idéntica medida de adhesión adoptó la provincia de Río Negro con la ley 3844 (2004).

En la provincia de Córdoba, la Ley 9397 (2007) adhiere a la ley nacional de 2006 y establece la exención de los proyectos destinados a la producción de biocombustibles de los tributos provinciales a los ingresos brutos, sellos, y de aquellos que graven la producción, industrialización y almacenamiento. La legislación aprobada en la provincia de Mendoza (Ley 7560) en 2006 muestra objetivos similares (adhesión a la ley nacional y exención de impuestos provinciales).

En los casos de Corrientes (Ley 5744 de 2006), Misiones (Ley 4352 de 2007) y San Juan (Ley 7715 de 2006), la legislación ha sido introducida sólo para adherir al régimen nacional. Este es también el caso del proyecto de ley que se debate actualmente en la provincia de Entre Ríos.

### **C. Políticas públicas, regulación y mercado**

La promoción de esta industria no es algo reciente. En contraste, existe una larga tradición que podría remontarse a la segunda década del siglo pasado cuando se inician estudios para el uso del etanol como combustible alternativo. Dichas experiencias culminaron con éxito, al lograr la combustión de un Ford T en base a un combustible compuesto por un 80% de etanol.

Sin embargo, el verdadero antecedente de impulso al sector de biocombustibles ocurrió a fines de la década de 1970, con el lanzamiento del Plan Alconafta, que tuvo su auge en la región noroeste del país (región productora de caña de azúcar). Una serie de factores (malas cosechas, altos precios internacionales de la caña de azúcar, baja en los precios de los combustibles tradicionales y condiciones internas desfavorables), llevaron al abandono de dicho plan a fines de los años 1980. A partir del año 2000, el gobierno nacional vuelve a iniciar una serie de programas orientados a la producción de biocombustibles, las cuales se detallan a continuación.

A nivel nacional, la autoridad ambiental (entonces llamada Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental) fue la primera en instaurar (en el año 2001) un plan para la industria: el Programa Nacional de Biocombustibles (Resolución 1076/01). El mismo año, la Secretaría de Energía (Resolución 129/01) fija los requisitos de calidad para el biodiesel puro (B100). Finalmente, el Decreto 1396/01 establece el Plan de Competitividad en Biocombustibles.

En el año 2004, mediante Resolución N° 1156/04, se creó en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) el Programa Nacional de Biocombustibles, con los siguientes objetivos:

- Promover la elaboración y el uso sustentable de los biocombustibles como fuente de energía renovable y alternativa a los combustibles fósiles, enfatizando la utilización de biodiesel a partir de aceites vegetales y/o grasas animales, y del bioetanol a partir de la producción de maíz, sorgo, caña de azúcar, etc.
- Apoyar y asesorar a sectores rurales, en el desarrollo y puesta en marcha de plantas para la elaboración de biodiesel y bioetanol, como alternativa productiva para el desarrollo local y territorial.
- Colaborar y apoyar a instituciones, organizaciones, entidades de bien público, etc., que se dediquen a la investigación y difusión de tecnologías para la elaboración y uso de biocombustibles.

- Promover las inversiones privadas y/o públicas para el desarrollo de los biocombustibles.

En general, los programas antes mencionados no tuvieron gran impacto en el desarrollo del sector, ya que contaron con escasos recursos y también con poca articulación entre sí. Sin embargo, es de notar, que el programa de la SAGPyA y la fijación de normas por parte de la Secretaría de Energía permitieron una considerable difusión de los biocombustibles y a instalar un debate que condujo a la sanción del marco regulatorio sobre biocombustibles en 2006.

## **D. Articulación público–privada**

Comenzando con la discusión acerca del diseño del marco regulatorio y su capacidad para garantizar el aprovisionamiento del mercado local con la calidad necesaria y a precios competitivos, es de notar que se observan numerosas falencias en lo que hace a la articulación entre los diversos actores. Lamentablemente la problemática no sólo surge por la escasa interacción que muestran los distintos actores sociales con el sector público, sino que la falta de articulación también se hace evidente dentro de este último sector, incluso en el mismo ámbito de aplicación (nacional). En otras palabras, la principal “falta de coordinación” se da entre dependencias y organismos dependientes del Poder Ejecutivo Nacional (ministerios, secretarías o entes descentralizados). Muchas veces, el problema se debe a la falta de canales institucionales de diálogo y comunicación (por ejemplo, entre la Secretaría de Industria y la de Ambiente o bien entre esta última y la Secretaría de Agricultura –SAGPyA-). En otras oportunidades, las fallas de coordinación responden a visiones distintas respecto a la conveniencia de una determinada política, en este caso biocombustibles. El ejemplo más evidente de tal situación lo muestra la postura opuesta a los biocombustibles manifestada desde la presidencia del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y sus críticas en cuanto a sus potenciales amenazas para la disponibilidad de alimentos y en abierta oposición al optimismo expresado por organismos vinculados al sector agrícola (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA- y SAGPyA).

Dicho lo anterior, no resulta sorprendente la escasa articulación que existe entre los actores privados y el sector público, por ejemplo, para encauzar políticas públicas que requieren de la cooperación (tal es el caso de la investigación y desarrollo -I&D-). Pese a ello, cabe reconocer la presencia de una serie de proyectos involucrando a actores privados y organismos públicos descentralizados, básicamente INTA pero también otras dependencias similares de carácter provincial, y autónomos, como lo son la red de universidades públicas (para mayor detalle, ver capítulo VII).



### III. Eje energético

En los años 1970, la profundización del modelo de industrialización por sustitución de importaciones (intensiva en energía) hizo evidente la necesidad de lograr una mayor autonomía en materia energética. La meta perseguida (tanto por gobiernos civiles como militares) se asociaba con el logro del autoabastecimiento, lo cual también permitiría disminuir el drenaje de divisas generado por la importación de combustibles. Durante esa misma década, el descubrimiento del yacimiento de Loma de la Lata en la Cuenca Neuquina dio el impulso inicial a la transformación de la matriz energética –que se prolongó hasta los años 1990- basada en una participación creciente del gas natural<sup>8</sup>. Las recurrentes crisis internacionales en el mercado de petróleo en los años 1970 y 1980, y la dependencia energética del país<sup>9</sup> llevaron al gobierno nacional a lanzar un programa de producción de combustibles en base a alcohol (plan Alconafta), que en su momento de apogeo llegó a ser adoptado por 14 provincias. Como se comentó anteriormente, el plan fue discontinuado frente a la hiperinflación de fines de los años 1980.

En los años 1990, el gobierno de C. Menem desreguló la industria y privatizó la empresa líder del sector (YPF<sup>10</sup>). El cambio de política despertó el interés de numerosos operadores internacionales, y aceleró la explotación. Así fue que Argentina se convirtió en exportador neto de hidrocarburos, primero de petróleo en el año 1992 y luego de gas natural hacia mediados de la década (principalmente hacia Chile). Sin embargo, los agentes privados no encontraron suficientes incentivos como para mantener (o aumentar) el esfuerzo de exploración luego de los años 1990, lo cual incidió negativamente sobre los márgenes de reserva<sup>11</sup>. La crisis del 2001 generó un punto de inflexión sobre el modelo anterior (por la “pesificación” y congelamiento de precios y tarifas). Esto cimentó las bases para la posterior inconsistencia energética, desatada cuando el país se recuperó de la crisis económica y la producción comenzó a crecer precipitadamente (y por ende, la demanda energética) con una oferta estancada. La crisis provocó una ruptura generalizada de contratos, cambios en el marco regulatorio, nuevos impuestos sobre las exportaciones, una fuerte devaluación del peso argentino y un cambio en la estructura de los precios relativos entre los distintos combustibles líquidos y gaseosos. Esta situación agravó la búsqueda de nuevas fuentes de aprovisionamiento como así también, el avance en el ritmo de explotación al que

<sup>8</sup> El yacimiento contaba originalmente con 250.000 millones de metros cúbicos de gas recuperables.

<sup>9</sup> El autoabastecimiento recién se logró en el año 1988.

<sup>10</sup> Inicialmente la operación no implicó el paso de la firma a manos extranjeras; en cambio esto sí ocurrió en 1999 cuando la española REPSOL lanzó una OPA para adquirir la mayoría accionaria.

<sup>11</sup> La caída en el margen de reservas se vuelve más notoria a partir de la segunda mitad de la década, reflejando un menor esfuerzo exploratorio por parte de los operadores petroleros. En números globales se observa que, mientras en el período 1990-95 se perforaron un promedio de 662 pozos al año, en la segunda mitad de la década esta cifra cayó a 413 (presentación de F. Mezzadri, Coloquio de IDEA, Mar del Plata, Noviembre 2007). Por otra parte, el esfuerzo se concentró mayormente en áreas maduras, con escasa o nula actividad exploratoria en áreas de mayor riesgo.

fueron sometidos la mayoría de los pozos. Esta conjunción de hechos podría llevar a que Argentina se convierta en un importador neto de petróleo en un plazo perentorio (algunos expertos plantean que esto ocurrirá dentro de los próximos 2 ó 3 años). En paralelo a lo anterior, la actual política de precios rezagados (en algunos casos, congelados desde 2002) ocurre sobre todo en el área metropolitana de Buenos Aires, planteando cierta desigualdad entre regiones.

En contraste con los desafíos que plantea la situación recién descrita -y pese a la sanción de la ley de biocombustibles- no se vislumbra claramente una estrategia del gobierno para aprovechar a los biocombustibles como un medio para modificar la matriz energética y así contribuir –aunque sea parcialmente- a superar los problemas de abastecimiento de combustibles.

Desde una visión estratégica, la política energética seguida por la Argentina en los últimos años implica una creencia en los mercados por sobre la planificación. Esto se aplica tanto a la experiencia de los años 1990 como lo observado luego de la salida de la crisis del 2001. Esta parece también ser la visión imperante respecto del desarrollo de los biocombustibles, ya que tanto el marco regulatorio como la ausencia de decisiones claras respecto de su implementación en los últimos meses perfila una visión en la cual el Estado sólo debe asegurar un marco institucional básico y estable y esperar que las inversiones se manifiesten según el interés privado. Así, y en vista de los desarrollos durante los últimos meses (como se discute en detalle en las próximas secciones) el principal objetivo de desarrollo sectorial se asocia con el abastecimiento de terceros mercados, por encima del de asegurar una fuente de energía alternativa con interés para el aprovechamiento local. En este sentido, si realizamos una comparación con las transformaciones experimentadas por otros países de la región en los últimos años, Argentina destaca como el único caso donde el Estado abandonó el planeamiento estratégico en materia energética.

En definitiva, pese a que el lanzamiento de la política nacional de biocombustibles (en particular, de la sanción de la Ley 26.093 y su decreto reglamentario) podría sugerir el interés público del sector, al parecer, el gobierno no visualiza aún la potencial contribución del sector para solucionar problemas de abastecimiento energético que se discuten en detalle a continuación.

## **A. Seguridad del abastecimiento**

La matriz energética Argentina es fuertemente dependiente de los combustibles tradicionales. El gas natural y el petróleo representaron en 2005 casi el 90% de la oferta interna de energía primaria. Si bien lo anterior es similar a lo observado en otros países, lo que resulta notorio es el importante peso relativo del gas natural en la producción y el consumo total de energía en Argentina. Con una participación del 12% en el año 1960, inferior al alcanzado por la bioenergía (en base a bagazo, leña, etc.), el gas natural comienza de allí en más a ganar importancia y se vuelve la principal fuente como lo evidencia el cuadro 1.



**CUADRO 1**  
**MATRIZ ENERGÉTICA–EVOLUCIÓN, 1960-2005**

Año	Energía hidráulica %	Nuclear %	Gas natural %	Petróleo %	Carbón mineral %	Bagazo, leña y otros %	Total %
1960	0,55	0,00	12,65	66,81	6,38	13,61	100,00
1965	0,51	0,00	20,05	67,98	2,77	8,69	100,00
1970	0,52	0,00	21,22	68,50	2,76	7,00	100,00
1975	1,51	2,36	27,56	61,20	3,07	4,30	100,00
1980	3,52	1,81	29,92	58,50	2,15	4,11	100,00
1985	4,50	3,66	37,65	48,60	1,70	3,89	100,00
1990	3,73	4,31	38,93	47,85	1,89	3,30	100,00
1995	4,03	3,04	36,07	52,47	1,42	2,97	100,00
2000	3,69	2,11	41,81	48,85	0,87	2,67	100,00
2005	4,31	2,44	49,62	39,75	1,23	2,64	100,00

Fuente: Elaboración propia en base a datos SE

A pesar del avance del gas natural, el petróleo continuó siendo la principal fuente de oferta energética hasta el año 2003, cuando el gas natural lo superó<sup>12</sup>. En lo que respecta al origen de la oferta, las importaciones de petróleo fueron considerables durante los años 60 (se llegó a comprar del exterior más del 25% del total consumido), pero su participación disminuyó de allí en más. En lo que respecta al gas natural, las importaciones empezaron a ser significativas a partir de mediados de los setenta (básicamente, compras a Bolivia), para dejar de serlo en la década pasada (con valores nulos hacia finales de los años 1990).

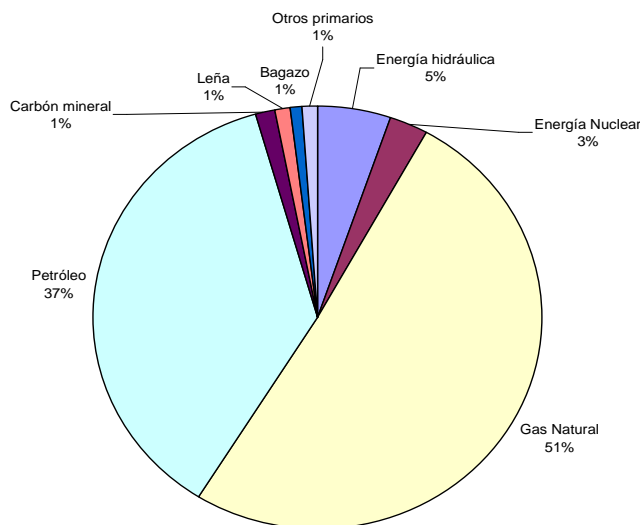
Tal como se refleja en la Cuadro 1 y en el Gráfico 1, en el año 2005, el gas natural (51%) y el Petróleo (37%) resultaron las principales formas de energía primaria en la oferta interna argentina. En orden de importancia, aunque con menor relevancia, le siguen la energía generada por las centrales hidroeléctricas (5%), la energía nuclear (3%) y la bioenergía (leña, bagazo, y otros residuos agrícolas<sup>13</sup>, clasificación que también engloba a los biocombustibles) (3%). Finalmente, el carbón mineral participa con un 1%.

La configuración de la oferta presenta también un desafío en materia externa, dado el papel que juegan los combustibles en la balanza comercial del país, y también en materia fiscal, dado el nivel de subsidios que recibe el sector energético en la actualidad.

<sup>12</sup> En este año se obtuvieron 39.818 (miles de TEP) en base a GN versus 37.384 (miles de TEP) en base a petróleo.

<sup>13</sup> Entre otros residuos utilizados como biocombustibles se encuentran las cáscaras de girasol y otros cereales, marlo de maíz, aserrín de quebracho. También involucra al licor negro (originado en la industria del papel), y el gas de cola (gas derivado del licor negro).

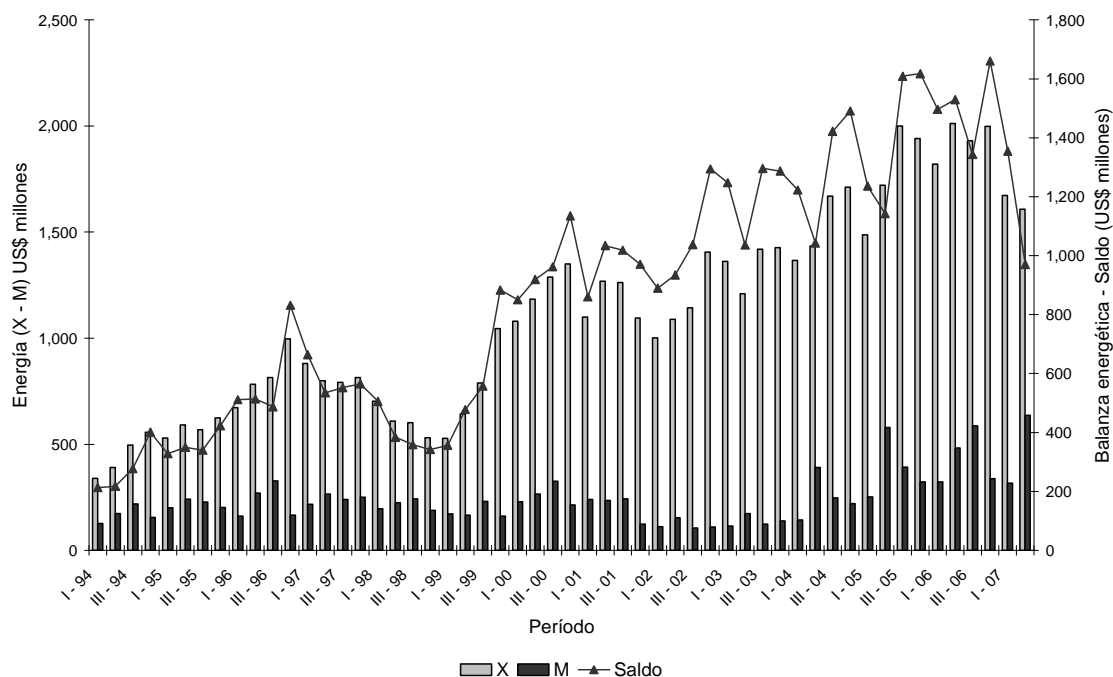
**GRÁFICO 1**  
**OFERTA INTERNA DE ENERGÍA PRIMARIA (2005)**  
*(Miles de TEP)*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Energía.

Como se mencionó anteriormente, Argentina se convirtió en un exportador de combustibles, a partir de la colocación de excedentes de petróleo en los mercados internacionales, y de la exportación de gas natural a los países de la región (principalmente Chile, y en menor medida a Uruguay y Brasil). Las ventas a Chile sólo se comenzarían a concretar a partir de enero de 1997, lo cual explica el salto en exportaciones. De esta forma, recién en el tercer trimestre del año 1999 las exportaciones de la industria energética superan la barrera de los US\$ 1 000 millones, para lograr al cuarto trimestre del año siguiente –crisis mediante– un superávit comercial superior a dicho valor. De esta forma, la irrupción de la crisis refuerza el rol exportador de la industria. Por un lado, los mercados externos permitían colocar los sobrantes de oferta que liberaba la caída en el nivel de actividad económica. Por otro lado, cuando se perfiló una reversión en la situación económica, los precios relativos vigentes y el rezago al que quedan expuestos los precios energéticos por la pesificación de tarifas y precios, incrementaron el interés en las ventas externas, pese a la fijación de retenciones (impuestos a la exportación) sobre dichas operaciones. En todo el período considerado, las importaciones de energía y combustibles involucraban montos menores: la barrera de los US\$ 500 millones recién es superada en el tercer trimestre del año 2006. El mejor resultado comercial se logra en dicho trimestre cuando se alcanzan los US\$ 1 661 millones de superávit. Sin embargo, los últimos datos disponibles, comprendiendo las operaciones del segundo trimestre de 2007, ya hablan de un cambio: las exportaciones de energía y combustibles alcanzan los US\$ 1 607 millones, mientras que las importaciones de combustibles superan los US\$ 600 millones. Así, el superávit comercial desciende por debajo de los US\$ 1 000 millones, tal como se refleja en el Gráfico 2.

**GRÁFICO 2**  
**EVOLUCIÓN BALANZA COMERCIAL ENERGÉTICA**



Fuente: Elaboración propia en base a datos MECON-DNCP.

A grandes rasgos, en los últimos años el superávit se originaba en las ventas de naftas, petróleo crudo y gas natural (a Chile). En los últimos meses se observa un importante aumento en las importaciones de combustibles – básicamente, por las compras de fuel oil a Venezuela<sup>14</sup>. Lo anterior explica porqué el saldo comercial transmuta a negativo durante el mes de julio y agosto de 2007, meses en los que el déficit ascendió a US\$ 23 y US\$ 96 millones respectivamente.

Por otra parte, el crudo invierno argentino durante 2007 reforzó la tendencia a comprometer menores exportaciones de gas natural hacia Chile. Si a esto le sumamos que Argentina retoma las importaciones de gas natural desde Bolivia<sup>15</sup>, resulta esperable un mayor déficit comercial en materia energética.

Sin embargo, las caídas observadas en forma puntual no significan necesariamente la conversión hacia un déficit en materia energética. El superávit comercial energético seguiría vigente, al menos durante el 2008 (Econometría – Informe Especial N° 378, septiembre 2007<sup>16</sup>).

La disminución en las ventas externas no sólo está afectando la balanza comercial, sino también genera efectos adversos en materia fiscal pues el gobierno deja de percibir ingresos extraordinarios (retenciones) que pesan sobre las ventas de energía y combustibles al exterior. Las consecuencias fiscales resultan superiores dado que el Estado asume el diferencial de costos que

<sup>14</sup> Si se compara con los valores de Junio y Julio de 2007 respecto del año anterior, se observa un incremento de más de US\$ 200 millones en las importaciones de fuel oil.

<sup>15</sup> Aunque inicialmente comenzó con valores cercanos a los 4 millones de m<sup>3</sup> diarios, actualmente se estaría en unos 6 millones y se prevé llegar a unos 30 millones de m<sup>3</sup> en un futuro cercano. A un precio de US\$ 5 el millón de BTU, dicho incremento en las importaciones representará una salida de divisas significativa (alrededor de US\$ 2 020 millones al año).

<sup>16</sup> Según el informe citado, cabría esperar un superávit de US\$ 3.200 millones para el 2007, el cual disminuiría a US\$ 1.100 millones en el 2008.

surge por subsidiar el consumo local (entre el valor de compra de terceros países y el valor al que los combustibles se comercializan en el país).

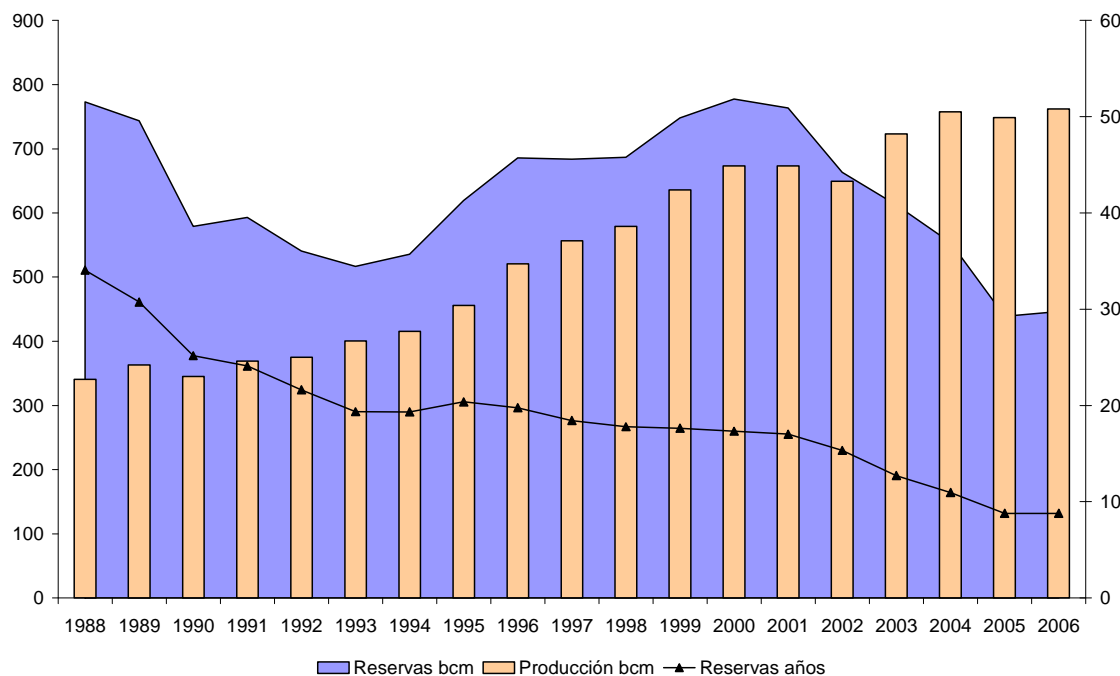
## B. Fuentes de energía: disponibilidad, diversificación, renovabilidad y uso

En la actualidad, se podría afirmar que Argentina resulta autosuficiente en materia energética (más aún, mostrando importantes saldos exportables), y con un perfil relativamente “sustentable”, en vista de una amplia penetración del gas natural y de la hidroelectricidad en la matriz energética y la escasa incidencia de la energía nuclear.

Si el país pudiera mantener el actual ritmo de explotación de combustibles tradicionales, la entrada de los biocombustibles al mercado podría pensarse sólo como fuente de mayor diversificación (y mejora ambiental, sin dudas). Sin embargo, las previsiones en materia de reservas de gas natural y petróleo no resultan nada halagüeñas, lo cual asigna mayor interés a la posibilidad de obtener nuevos combustibles en base a biomasa.

Las principales cuencas petroleras del país son la del Golfo San Jorge, la Cuyana, la Neuquina, la Noroeste y la Austral. En lo que respecta al gas natural, la mayor parte de la oferta (más del 90%) se encuentra localizada en 3 cuencas (Neuquina, Noroeste y Austral). En el año 2006, las reservas totales alcanzaban los 446,2 bcm, cifra que estaría planteando un horizonte temporal de 8,8 años de reservas.

**GRÁFICO 3**  
**GAS NATURAL – EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN Y RESERVAS (1988-2006)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos Secretaría de Energía.

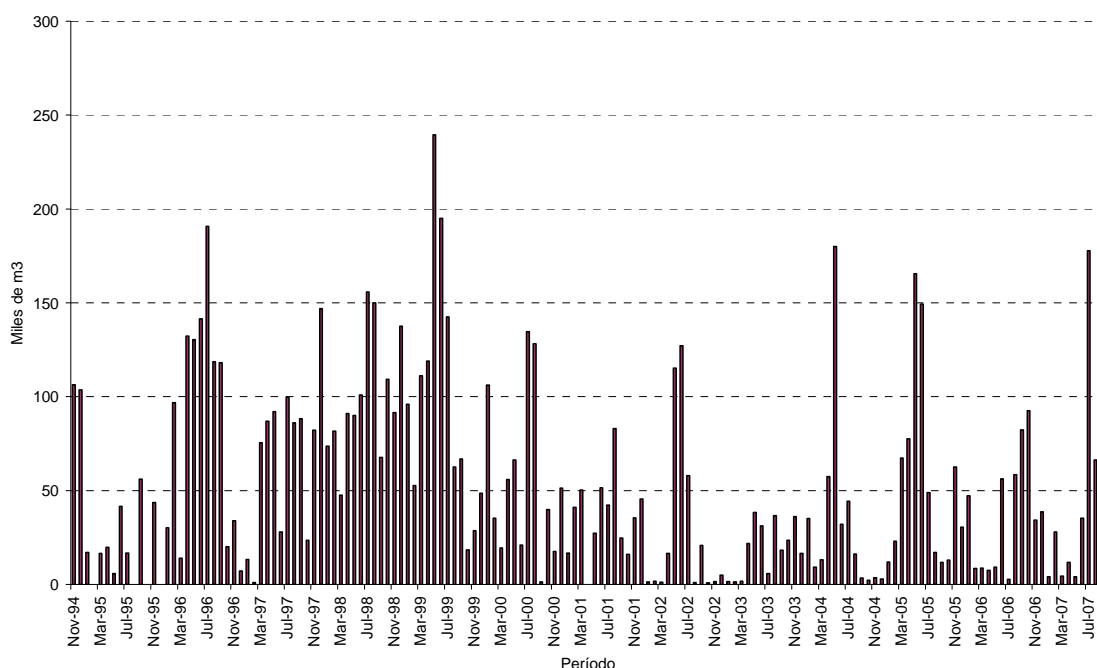
Como puede observarse en el Gráfico 3, las reservas vienen cayendo desde inicios de los noventa. Con la reactivación que se inicia en el año 2003 se recupera la producción, y con ello, la

caída en reservas. Ante este panorama, y ante la posibilidad de que se produjesen cortes en el consumo residencial, el gobierno lanza un programa de racionamiento energético al mismo tiempo en que comienza con un programa de interrupciones en las exportaciones a Chile. Sin embargo, en los últimos 3 años se observa un mantenimiento de los niveles de producción, básicamente por el incremento proveniente de las cuencas Austral y del Golfo San Jorge<sup>17</sup>.

Idéntico temor existe con respecto al horizonte de reservas de petróleo, previéndose que las mismas pueden abastecer al mercado local por un horizonte de menos de 10 años.

En lo referente a la refinación, existe un grave cuello de botella en la capacidad de producción de gasoil que impide abastecer a la demanda en algunos momentos pico (básicamente, en los períodos de cosecha dada la alta incidencia del agro en el consumo de este combustible). Considerando la producción mensual promedio, los valores observados el año último son máximos, aunque sólo un 1,70% por encima del pico previo del año 1999. Al anualizar valores, esto implica un nivel de elaboración de 12,57 millones de metros cúbicos al año. En lo referente a importaciones, salvo un pico estacional tampoco se observan valores muy diferentes a los observados en los años 1990. Más aún, el promedio de importaciones durante el último año se encuentra muy por encima de los valores observados en la segunda mitad de la década de 1990, cuyo pico en el año 1998 fue de casi 100 mil metros cúbicos mensuales (véase Gráfico 4).

**GRÁFICO 4**  
**IMPORTACIONES MENSUALES DE GASOIL (NOVIEMBRE 1994–SEPTIEMBRE 2007)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Energía.

Lo anterior no quita que hoy las refinadoras están trabajando al máximo de la capacidad instalada (alrededor de unos 12 millones de m<sup>3</sup>/año), lo cual implicaría un faltante (en gasoil) que rondaría el 10%. Esta situación no resulta novedosa como se vio en el gráfico anterior. Obliga a

<sup>17</sup> Según E. López Anadon – Titular del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG) dicho aumento compensa la caída en la producción de la cuenca neuquina.

las empresas distribuidoras a importar combustibles a pérdida (precio internacional ampliamente por encima del precio local), fenómeno que perjudica más a aquellas empresas que no se encuentran integradas, y más aún, a aquellas que no cuentan con suficiente capacidad de refinación<sup>18</sup>. Sin embargo, otra serie de aspectos agravan la situación. Por un lado, a partir de la Resolución 271, se establecen normas más exigentes en materia de carburantes, fijando un contenido máximo de azufre de 50 partes por millón - ppm (de un nivel de 1500 previo<sup>19</sup>). Esto obliga a las empresas refinadoras a aumentar sus niveles de inversión, más aún ante la disminución de la oferta de mejor calidad de crudo proveniente de los yacimientos neuquinos (liviano<sup>20</sup>), el cual se ve reemplazado por el crudo (pesado) proveniente de la cuenca petrolera del Golfo San Jorge.

Uno de los objetivos que debería perseguir el gobierno con la promoción de los biocombustibles es, justamente, sustituir a los combustibles tradicionales en los momentos de mayor faltante (pico de demanda en época de cosecha). Por el momento, esto no se ha manifestado ni perfilado en la implementación.

### C. Demanda y eficiencia energética

Desde la salida de la crisis, se viene observando un aumento constante en las cantidades consumidas de energía. La recuperación económica explica gran parte de dicho incremento aunque también incide el fuerte rezago que muestran los precios de los combustibles como también las distintas tarifas energéticas. En términos geográficos, dicho rezago es más pronunciado en el área metropolitana de Buenos Aires.

El combustible líquido utilizado localmente es refinado en 6 destilerías, las cuales procesan alrededor de 33,5 millones de m<sup>3</sup> de petróleo al año proveniente de las cuencas del Golfo San Jorge, Cuyana y Neuquina. Si se considera el total producido, el gasoil califica como el principal combustible con 12,72 millones de m<sup>3</sup> anuales (59,4%), seguido por las naftas (18,9%), el fuel oil (13,5%), el combustible de aviación (7,5%) y, finalmente, el diesel oil (0,7%). Cabe destacar que la generalización en el uso del gas natural comprimido (GNC) en el transporte automotor desde los años 1990 generó un exceso de oferta en naftas el cual explica el incremento en las ventas al exterior de este combustible. La situación es otra en el caso del gasoil. Por un lado, el agotamiento en reservas se evidencia con mayor intensidad en aquellos pozos donde el petróleo extraído puede destinarse a dicho uso. Por otro lado, a diferencia de lo que ocurre con las naftas, la capacidad de destilación para el caso del biodiesel está totalmente desbordada frente a los incrementos en la demanda.

Al analizar el conjunto de combustibles utilizados para el transporte, el gasoil se destaca con una participación del 66%; el resto, en particular las naftas y el GNC, participan cada uno con el 17%<sup>21</sup>.

En términos históricos, se observa un constante incremento en la demanda de gasoil, tendencia que se fortalece a partir de la recuperación económica iniciada en el año 2003. En contraste, el consumo de naftas no ha mostrado mayor variación.

<sup>18</sup> Cabe destacar que parte de dicha pérdida se encuentra amortiguada por el sistema de reducción impositiva implementada por el gobierno (que reduce los impuestos a la comercialización de combustibles importados). Sin embargo, existe un cupo (asignado por empresa) a dicha exención y además sólo se otorga si se verifica que la empresa distribuidora no ha aumentado los precios en el mercado interno.

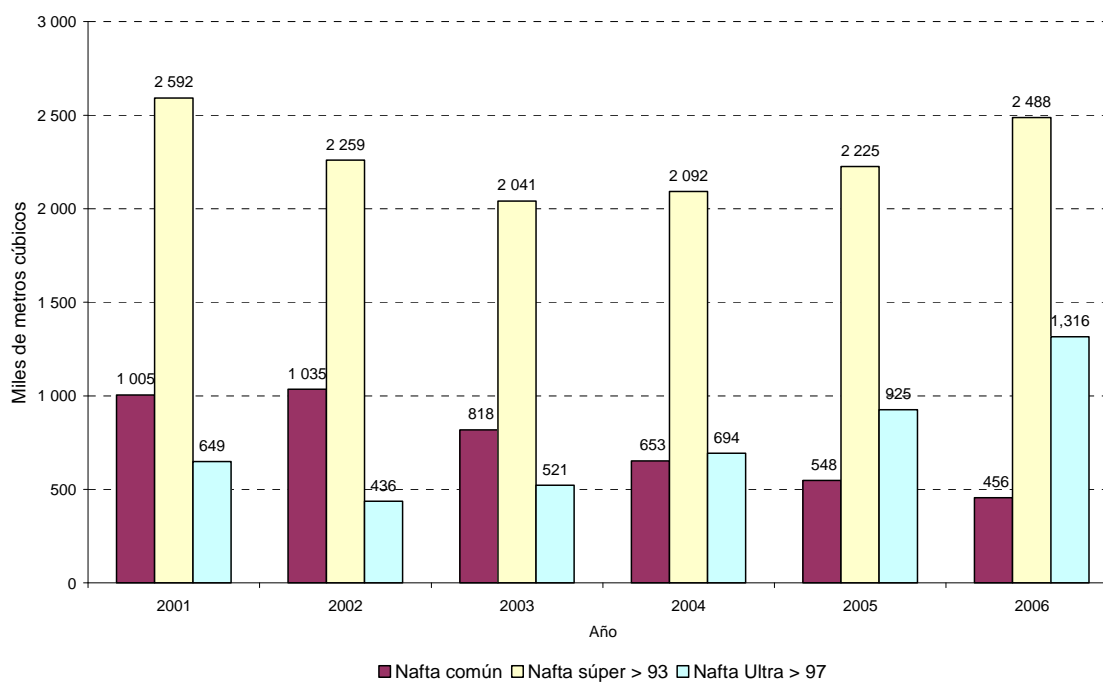
<sup>19</sup> Por la misma resolución, la nafta premium deberá disminuir de un máximo de azufre de 3000 ppm a un valor de 10 ppm en el año 2011.

<sup>20</sup> Crudo denominado “tipo medanita”, cuya cotización ronda los US\$ 98 por barril (precio de venta al 27/11/2007).

<sup>21</sup> Del total utilizado, 5% corresponde a gasoil importado.

Actualmente se consumen alrededor de 4,2 millones de metros cúbicos de naftas al año, donde el mayor consumo se observa en aquellas variedades de más alto precio, al mismo tiempo que la más económica viene perdiendo participación relativa<sup>22</sup>. El Gráfico 5 a continuación refleja y cuantifica dichos cambios. El retroceso en el consumo de nafta económica resulta evidente si se compara lo consumido en el año 2001 (en plena recesión) con lo consumido en el año 2006: de más de 1 millón de metros cúbicos consumidos se pasó a menos de 450 mil, marcando una caída superior al cincuenta por ciento. Las variedades de mayor calidad siguen un patrón inverso, observándose un creciente protagonismo de las naftas de tipo ultra ó *Premium*<sup>23</sup>.

**GRÁFICO 5**  
**CONSUMO DE NAFTAS (2001-2006)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos SE.

Por su parte, en el caso de la nafta súper (la franja de precio intermedio), y superado cierto descenso en el consumo, la demanda de 2006 es similar a la observada en 2001.

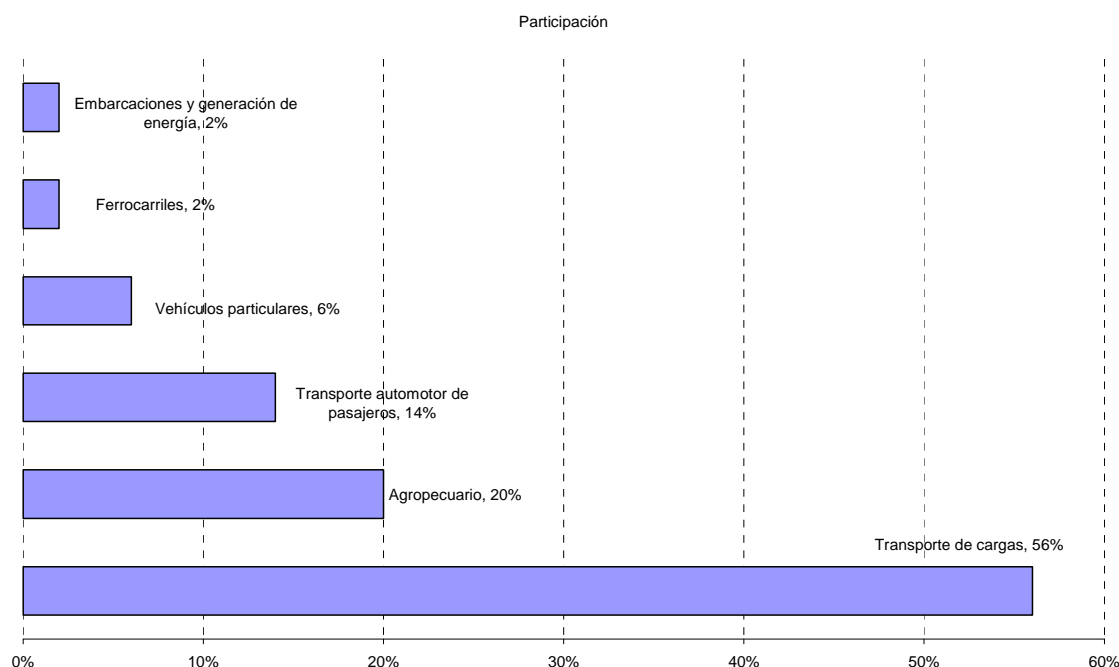
Si consideramos los principales consumidores de gasoil (Gráfico 6), la mayor parte del consumo actual se encuentra explicada por el sector transporte de cargas (56%), seguido por el consumo del sector agropecuario (20%<sup>24</sup>), transporte automotor de pasajeros (14%) y el uso generado por los automovilistas particulares (6%).

<sup>22</sup> Dicha disminución puede relacionarse con la generalización en el uso del gas natural comprimido (GNC).

<sup>23</sup> Si comparamos lo consumido durante 2007 en relación a los valores del 2001, el incremento fue superior al cien por ciento.

<sup>24</sup> Es importante destacar que sólo un pequeño porcentaje del transporte de granos se realiza en ferrocarril (más del 80% de las cargas se transporta por camión). Otra era la situación hasta la década del 40, cuando la mayor parte del transporte se hacía por medio del ferrocarril.

**GRÁFICO 6**  
**CONSUMO DE GASOIL**  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a datos Secretaría de Energía.

La posibilidad de sustituir gasoil por biocombustibles a gran escala parece remota, más cuando el peso del ferrocarril en el esquema de transporte resulta minoritario. Es de notar que no se observan medidas para cambiar tal situación en lo inmediato. Tampoco resultaría factible la búsqueda de metas muy ambiciosas en materia de sustitución, dado que las mismas significarían mayores compromisos en términos de producción de materias primas, tanto si se piensa en el abastecer a la totalidad de la demanda (Ugolini, 2000<sup>25</sup>), como a una porción de la misma, como podría ser la originada en el sector agrícola (Adreani et.al., 2001<sup>26</sup>). Sin embargo, existen razones para un moderado optimismo (capacidad de sustitución) en algunos casos, como podría ocurrir con un porcentaje del biocombustible para el autoconsumo en el campo, o con los proyectos a pequeña escala para abastecer a la flota de transporte local en base a biocombustibles. Un objetivo más ambicioso sería lograr un nivel de producción de biocombustibles que, por medio del corte obligatorio logre abastecer el faltante de gasoil (reemplazando buena parte de las importaciones).

Al considerar la demanda de gasoil en las principales provincias se observa que la de Buenos Aires lidera, por lejos, el consumo nacional (38%) (tal como se observa en el cuadro 2). Un 60% del total corresponde a las provincias integrantes del área pampeana (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba), la cual concentra la mayor densidad poblacional del país y también el mayor nivel de producción agrícola e industrial.

<sup>25</sup> La situación sería otra si se consignaran datos más recientes (ver siguiente nota), aunque la incapacidad se mantiene.

<sup>26</sup> Cabe consignar que, al momento de realizar las proyecciones la producción de soja alcanzaba los 20 millones de toneladas. Ante esta situación, si el sector agropecuario deseaba mutar a los biocombustibles tendría que haber dedicado un 66% de su producción. En la última campaña para la cual se tienen datos, la producción de soja se había duplicado, cosa que no ocurría con la demanda de gasoil – y por ende, con las necesidades en materia de biodiesel.



**CUADRO 2**  
**CONSUMO DE GASOIL POR PROVINCIA O REGIÓN**

Provincia / Región	Consumo (miles de m <sup>3</sup> /año)	Participación %
Buenos Aires	4 525,74	37,90
Santa Fe	1 372,64	11,49
Córdoba	1 362,26	11,41
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	737,56	6,18
Mendoza	601,75	5,04
Tucumán	534,85	4,48
Entre Ríos	438,77	3,67
Resto	2 368,50	19,83
Total	11 942,07	100,00

Fuente: Bakovich (2006).

Como destaca Bakovich (2006), las áreas de mayor consumo coinciden con las principales zonas de cultivo de las oleaginosas, donde se asientan las principales plantas aceiteras, y donde se están estableciendo los proyectos más ambiciosos en materia de producción de biocombustibles. Dicho patrón contrasta con la disociación geográfica que existe entre usos y fuentes bajo el patrón actual basado en el consumo de hidrocarburos. En este sentido, una mayor utilización de biodiesel podría introducir ciertos beneficios económicos (ahorros) regionales, además de los (potenciales) efectos favorables que el mismo genera en materia ambiental. Pese a ello, aquellos mercados ubicados en las cercanías de los puertos son los que más compiten con la exportación, competencia que se vuelve más intensa cuanto más disociado se encuentran los precios locales de los internacionales. Esto explica porqué, dados los actuales precios relativos, numerosos expertos plantean la viabilidad de proyectos de pequeño porte (básicamente destinados al auto-abastecimiento) en zonas alejadas de los puertos, (Molina, 2007).

El rezago en precios se hace evidente si se compara los valores abonados por los automovilistas locales respecto al precio que deben afrontar en los países vecinos, tal como compara el cuadro 3 en base a los precios vigentes en el mes de Septiembre de 2007.

Una serie de aumentos recientes han llevado a que el litro de nafta súper en la zona metropolitana cotice entre \$ 2,089 a 2,299 (con máximo de \$ 2,59 en algunas zonas), mientras que el gasoil se estaría comercializando a \$ 1,829 (normal) y \$ 2,49 (*premium*<sup>27</sup>). De esta forma, se reduciría el desfase que muestran los precios locales<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> El mantenimiento en el precio del GNC, nuevamente estaría impulsando un nuevo proceso de sustitución. Fuente: Clarín – 21 de Noviembre 2007 “En un mes, la nafta subió 13% y la más cara ya roza los \$ 2.60”.

<sup>28</sup> Pese a una serie de aumentos recientes, ocurridos después de entregada una primer versión de este informe, los valores de venta del combustible en la Argentina siguen estando fuertemente rezagados a los evidenciados en países vecinos (para mayor información consultar la página de Montamat & Asociados la cual refleja los últimos cambios: <http://www.montamat.com.ar>).

**CUADRO 3**  
**PRECIOS DE COMBUSTIBLES EN LA REGIÓN**  
*(En pesos argentinos)*

País	Nafta súper	Gasoil
Argentina	1,95	1,60
Brasil	4,13	3,00
Chile	4,03	2,96
Paraguay	3,06	2,45
Perú	4,30	2,78
Uruguay	4,06	3,50

Fuente: Montamat & Asociados – Informe Mensual (SEP 07).

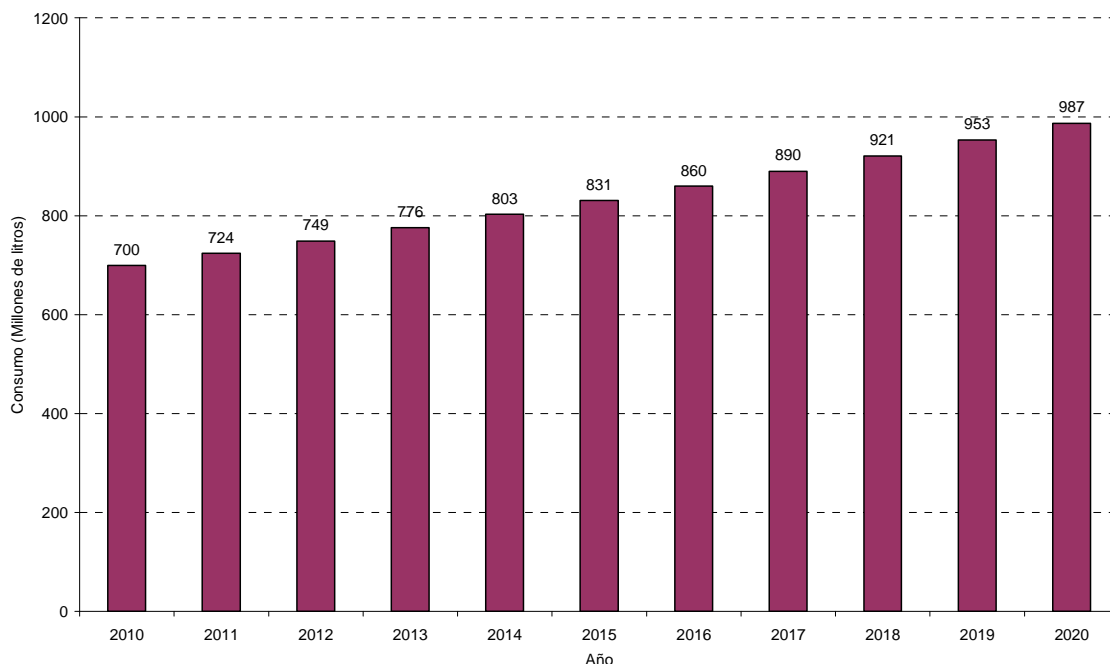
En lo referente al despilfarro en el uso, aunque influido por los bajos precios a los que se comercializan los combustibles, el mismo también reconoce otras causas. Mucho se podría lograr a partir de un uso más eficiente de la energía. Según un informe reciente de la Secretaría de Energía (Enero, 2006), durante el período 1970-2004, la intensidad energética de la Argentina – como es habitual en países de desarrollo medio- ha crecido casi continuamente: el consumo *per cápita* (en TEP) pasó de 0,94 en 1970 a 1,22 en el año 2004.

Aún resultan incipientes los programas orientados a actuar sobre la demanda, y también resta mucho por hacer en materia de transporte de cargas, por ejemplo, a partir de un mayor aprovechamiento del sistema ferroviario. El desplazamiento del ferrocarril en la matriz de transporte argentina resulta, sin dudas, una de las principales causas del excesivo consumo de gasoil: el primero no sólo consume un 75% menos de combustible que el camión, sino que soporta cargas más importantes que éste<sup>29</sup>.

La nueva ley de biocombustibles argentina fija un 5% de corte obligatorio para naftas y gasoil a partir del año 2010. Para ese año, un estudio del Instituto de Ingeniería Rural del INTA estima una demanda cercana a las 637.000 toneladas de biodiesel (unos 700 millones de litros, aproximadamente), y un consumo de etanol de 160.000 toneladas. En el caso particular del biodiesel, el estudio citado proyectaba los niveles de consumo para la década 2010-2020 reflejados en el Gráfico 7 a continuación:

<sup>29</sup> Se podría comparar la carga que puede soportar un camión motor 260 HP con la que puede transportar un tren cerealero con 77 vagones y una locomotora de 2300 HP. Mientras que el primero tiene una capacidad de carga de 30 toneladas, el segundo podría llevar hasta 5 500 toneladas. En definitiva, el camión presenta un ratio de 0.115 TON/HP, el cual llega a 2 391 en el caso del ferrocarril.

**GRÁFICO 7**  
**BIODIESEL – PROYECCIÓN DE CONSUMO (2010-2020)**  
*(Millones de litros)*



Fuente: Instituto de Ingeniería Rural, INTA.

En términos de materias primas necesarias para tal nivel de abastecimiento, considerando que el biodiesel se elabora casi exclusivamente a partir del aceite de soja, esto implica unas 3,8 millones toneladas de soja y la ocupación de alrededor de 1,3 millones de hectáreas en 2010 (10,7% del área total cultivada con soja en 2003, 8,9% si consideramos al área cosechada al año siguiente). Si en cambio la materia prima utilizada es el girasol, Asal & Marcus (2005) estimaron un requerimiento cercano a las 1,7 millones de toneladas y 970 mil hectáreas cultivadas con este cultivo (42% del área total cultivada de girasol en 2003).

Si actualizamos los valores de acuerdo a las cifras de consumo del año 2006 y consideramos un incremento del 5% anual (lo cual implica un consumo bruto de 15 700 toneladas de gasoil), se necesitarían unas 786 mil toneladas de biocombustible para cumplir con el corte obligatorio del 5% al año 2010 tal como muestra el cuadro 4 (caso testigo). El cuadro también introduce las necesidades que se generarían si se llegará a incrementar el corte – desde el 10% hasta un máximo del 100%. Para el caso testigo, y con datos de la última campaña (2006-2007) se deberían destinar más de 1,5 millones de hectáreas sembradas con soja a la producción de biocombustibles, superficie que representaría casi un 10% del total (dicho porcentaje se elevaría al 194% si se buscara sustituir integralmente el gasoil de origen fósil por biodiesel<sup>30</sup>). En términos de producción, los biocombustibles requerirían un 9,2% del total de soja producida en la campaña 2006-2007.

<sup>30</sup> Aunque tal grado de sustitución podría ser alcanzado (por ejemplo, vía importaciones de porotos de soja), en la práctica es una meta inalcanzable. Los distintos niveles de sustitución han sido introducidos a nivel indicativo.

**CUADRO 4**  
**CONSUMO DE BIODIESEL EN BASE A SOJA Y REQUERIMIENTOS AL CULTIVO**

Consumo bruto 2006	Miles de m <sup>3</sup>	12 940				
Consumo bruto 2010	Miles de m <sup>3</sup>	15 700				
Corte	%	5	10	20	50	100
Consumo neto 2010	Miles de m <sup>3</sup>	786,43	1 572,87	3 145,73	7 864,33	15 728,65
Relación - Litros a toneladas	Lts x Ton	1 141,67				
	Miles de Ton	688,85	1 377,69	2 755,38	6 888,46	13 776,92
Rendimiento	Lts x Ha	502				
Hectáreas requeridas	Miles de Ha	1 566,60	3 133,20	6 266,39	15 665,99	31 331,97
Hectáreas sembradas 06/07	Miles de Ha	16 141,34				
Ha requeridas/área sembrada	%	9,70	19,40	38,80	97,10	194,10
Rendimiento - Aceite en semilla	%	18				
Volumen de granos	Miles de Ton	4 369,10	8 738,10	17 476,30	43 690,70	87 381,40
Producción 06/07	Miles de Ton	47 482,78				
Volumen requerido/producción	%	9,20	18,40	36,80	92,00	184,00

Fuente: elaboración propia en base a datos de SAGPyA.

Estos valores podrían ser ajustados al alza si se busca sustituir parcialmente también a la demanda de gasoil originada en el sector eléctrico. Según cálculos de la Fundación Bariloche (Ing. Rabinovich), esto generaría un incremento de un 14% en las cantidades demandadas (905 mil toneladas en lugar de 786 mil), con el consiguiente aumento, tanto en hectáreas como volumen de producción requerida.

En lo que respecta a la producción de etanol, si la materia prima utilizada para obtener el corte obligatorio (5% en el año 2010) fuera el maíz, según datos de la SAGPyA se necesitarían 106 000 hectáreas de este cultivo para abastecer la demanda (3,2% de su área actual), superficie que permitiría obtener unas 550 000 toneladas (2,8% de la producción actual) de grano y unas 152 000 toneladas de biocombustible.

Si bien en general el consumo ha aumentado frente a los precios estancados de los combustibles, el mercado ha ajustado vía cantidades en los casos donde se han observado aumentos en los precios. Aunque esto último no logra evidenciarse en el área metropolitana (Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Gran Buenos Aires), el fenómeno resulta evidente en el interior del país, y respecto a determinados tipos de combustibles<sup>31</sup>. En este sentido, la escasez de gasoil en determinadas zonas rurales ha generado un aumento significativo en los precios, alza que también ha alentado el interés por la producción de biocombustibles. Sin embargo, como se mencionaba en la sección precedente, el fenómeno sólo ocurre por el momento en algunos meses del año (al momento de la cosecha).

En lo referente al etanol, los valores presentados en el cuadro 5 a continuación surgen de considerar lo consumido en el año 2006 en naftas de todo tipo (unos 4,2 millones de m<sup>3</sup>), siendo dicho valor adoptado como referente para calcular la necesidad de corte (5%). Se supone que el etanol se produce a partir del maíz.

<sup>31</sup> En este sentido, un informe del grupo Pampa Sur y agrupaciones de consumidores señala que el precio del gasoil oscila los 2 pesos en la Pampa Húmeda, mientras que en la ciudad de Buenos Aires se consigue entre \$ 1,52 a \$ 1,77. Aún más caro resulta en Entre Ríos o Santa Fe, donde el valor del gasoil oscila entre \$2,10 – \$ 2,20.

**CUADRO 5**  
**ETANOL EN BASE A MAÍZ - COBERTURA DE CUOTA**

Concepto	Unidad	Valor
Consumo anual - año 2006	litros anuales	4 260 046 270,00
Cupo etanol	litros anuales	213 002 313,50
Conversión	litros por tonelada	1 267,4
Consumo anual	toneladas	168 062,4
Etanol – maíz	litros/ha	431,41
Maíz -requerimientos de cultivo	hectáreas	493 739,36
Maíz - requerimientos de producción	toneladas	65 831,92

Fuente: Elaboración propia.

Los 213 mil metros cúbicos que surgirían como referencia implicarían un requerimiento de cultivo de 493 mil hectáreas y una producción de más de 65 mil toneladas.

Las exenciones impositivas que gozan los biocombustibles pueden también volverlos una opción interesante. En particular, los biocombustibles no tributan el ITC (impuesto a las transferencias de combustibles<sup>32</sup>). En el caso del biodiesel, el ahorro por no tributar impuestos puede alcanzar el 39,2% del valor del gasoil. En el caso del etanol, tampoco se aplicará la tasa de infraestructura hídrica.

## **D. Patrón de especialización productiva y articulación internacional**

A diferencia de Brasil que actualmente destaca en el mercado internacional de etanol, la Argentina se perfila como un jugador relevante en el mercado de biodiesel, donde los principales compradores serían los países europeos.

La expansión que muestra el sector durante el año 2007, que bien podríamos catalogar de auge si las inversiones previstas se concretan (ver sección VI), hace suponer un patrón de desarrollo que podríamos caracterizar como dual. Por un lado, un grupo de PyMEs se orientan al abastecimiento local de biodiesel básicamente para el sector agrícola. La producción de este segmento utiliza como insumo a la soja, aunque se observa el desarrollo de una serie de proyectos que utilizan cultivos alternativos (por ejemplo, colza) o materias primas novedosas (por ejemplo, algas) para la fabricación de biocombustibles. Un segmento de este mercado será atendido por emprendimientos individuales o colectivos orientados al auto-abastecimiento. Ante la ausencia de combustibles tradicionales y los sobrepuestos que comienzan a aparecer en varias zonas agrícolas al momento de las tareas (siembra y cosecha), la factibilidad e interés de este tipo de proyecto resultan cada vez más pronunciados.

Por otro lado, día a día surgen nuevos proyectos de gran escala vinculados, fundamentalmente, a grandes empresas cerealeras, aceiteras y/o comercializadoras (*traders*), cuyo principal mercado será el de exportación. En este tipo de emprendimientos, la soja se presenta como la principal materia prima a utilizar. Sin embargo, este no es el único grupo de inversores extranjeros que se acerca al sector. Muchos grupos extranjeros especializados en estos nuevos mercados se han asociado con empresarios locales para producir biodiesel, como serían los casos de Glencore (Suiza) y Neckermann-Gate (Alemania – Suiza).

<sup>32</sup> Este es un impuesto de tipo coparticipable, fijado por la ley 23.966.

Al analizar este último grupo y su vinculación con los mercados externos, resulta clara la facilidad con la que estos actores podrían concretar sus ventas. La ubicación cercana a los principales puertos aceiteros en la mayor parte de los casos (Rosario y área de influencia) habla también de la vocación exportadora de los mismos.

Ahora bien, en que medida esta vocación exportadora puede resultar exitosa dependerá de los precios internacionales y de la disponibilidad de materias primas, básicamente la soja. A primera vista, si se concretan todos los proyectos previstos, el país contará con una considerable capacidad instalada (de más de 2 millones de toneladas), lo cual implica una fuerte demanda de materia prima<sup>33</sup>. Tomando en cuenta adicionalmente la dimensión del complejo aceitero en la Argentina, industria que también amplió significativamente su capacidad de procesamiento en los últimos años, uno se debería preguntarse cómo se abastecerá la industria para cumplir con sus compromisos de exportación (presentes y previstos). Una posibilidad de incrementar las exportaciones de biocombustibles sería avanzar en el proceso de industrialización de la soja: disminuir la cantidad de granos vendidos (principalmente a China) y de aceites exportados para incrementar las cantidades de biocombustibles y derivados. De hecho, el cuadro 6 muestra que más allá de la tendencia expansiva de las exportaciones del sector sojero no se detecta una clara especialización exportadora entre granos y aceite.

**CUADRO 6**  
**EXPORTACIONES DEL COMPLEJO SOJERO (2002-2006)**

Período		Granos oleaginosos	Aceites	Harinas, pellets y expellers
2002	Millones de US\$	1 118,7	1 348,3	2 568,4
	Participación	22,22%	26,78%	51,01%
2003	Millones de US\$	1 843,4	2 084,6	3 266,5
	Participación	25,62%	28,98%	45,40%
2004	Millones de US\$	1 738,4	2 343,5	3 606,9
	Participación	22,61%	30,48%	46,91%
2005	Millones de US\$	2 295,7	2 247,0	3 798,4
	Participación	27,52%	26,94%	45,54%
2006	Millones de US\$	1 179,1	2 789,29	4 357,8
	Participación	19,93%	31,25%	48,82%

Fuente: elaboración propia en base a datos del INDEC.

La evolución de las exportaciones en el futuro también dependerá de cómo evolucionen las retenciones (ver sección IV.D). En términos generales es de prever que, si el nivel de imposición sobre los biocombustibles se mantiene en los niveles establecidos (5%), es decir muy por debajo de los niveles de retención aplicados a los granos y los aceites, se puede esperar un avance en el grado de industrialización<sup>34</sup>. La entrada en vigencia de los distintos regímenes legales a nivel provincial, que introducen mayores incentivos (exenciones impositivas) incluso para proyectos orientados a la exportación, podría reforzar tal tendencia. De esta forma, la política fiscal ayudaría a liberar más granos (materia prima) o aceites para la producción de

<sup>33</sup> Hacia fines del año 2007 la capacidad instalada alcanzaba las 607.000 toneladas. Un año después, la cifra se triplicaba. Según Claudio Molina, director ejecutivo de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno, la misma estaría actualmente alcanzando 1.8 millones de toneladas (El Inversor Energético & Minero. Año 4 N° 33, Octubre 2008).

<sup>34</sup> En el caso del biodiesel, los niveles de retención fueron posteriormente elevados al 20%.

biodiesel. Otra fuente de aprovisionamiento podrían ser las importaciones, algo que viene ocurriendo desde hace algunos años a fin de lograr una mayor utilización de la capacidad instalada. En los últimos años, Argentina comenzó a importar soja de Paraguay. De hecho, en el primer semestre del corriente año, la Argentina se convirtió en uno de los principales compradores que tiene el vecino país<sup>35</sup>.

Un tercer grupo de empresas y proyectos, todavía en ciernes, estaría orientado a cubrir el mercado interno – según el corte obligatorio de la ley de biocombustibles. Dado que la autoridad de aplicación (SE) debe aún definir el esquema de precios de transferencia que fijaría las reglas de juego (y la rentabilidad relativa) de este segmento, no se han identificado aún proyectos específicos para tal segmento (véase capítulo VII para mayor detalle).

---

<sup>35</sup> Entre enero y junio de 2007 se concretaron importaciones de soja por US\$ 388 millones (contra US\$ 6.3 millones observados en los primeros 6 meses del 2006). La Bolsa de Rosario estima que la Argentina terminará importando en 2007 un total de 1,5 millones de toneladas (Clarín, 9 de Julio de 2007).





## IV. Eje agrícola

En pocas palabras, podría decirse que el principal dilema que introduce el desarrollo de los biocombustibles en la Argentina se relaciona con la expansión de la soja, y las ventajas y desventajas que esta conlleva.

El avance de la soja se produce en la década pasada, fruto de una serie de factores, entre los cuales cabe destacar dos innovaciones tecnológicas altamente revolucionarias. La primera innovación se asocia con la introducción de los cultivos genéticamente modificados, entre ellos, la soja transgénica resistente al glifosato (un herbicida que elimina malezas). En parte apoyada por su bajo costo en ausencia de patente registrada en Argentina (debido a la firma de acuerdos con semilleros locales para su difusión previo a su patentamiento) y ante la falta de limitaciones del uso propio de semillas, esta nueva variedad se difundió rápidamente y a principios de los años 2000 ya cubría casi el 100% del área sembrada. El cambio tecnológico adicional fue la introducción del esquema de siembra directa. Este esquema evita las tareas de labranza, lo cual permite acelerar el ritmo de producción y mejorar la estructura del suelo. La siembra directa consiste en mantener siempre una cubierta vegetal sobre los suelos, por ejemplo con rastrojos de la siembra anterior, que actúa como abono natural y protege de la erosión (mejora la capacidad de retención del agua de lluvia) y los cambios de temperatura. En definitiva, la siembra directa modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo creando un nuevo ambiente.

Junto al esquema de siembra directa se implementa un sistema de rotación trigo-soja, el cual permite incrementar la rentabilidad del sector. Adicionalmente a estos cambios, en los años 1990, el campo avanza en tecnificación: con un tipo de cambio sobrevaluado aumentó significativamente la importación de maquinarias. Este último aspecto, sumado a una mayor tecnificación en las tareas, explica el avance del nuevo esquema de producción (la agricultura de los “sin tierra”). Esta serie de cambios alienta la expansión de la frontera agrícola, lo que genera una importante expansión en el área cultivada. Actualmente se espera que la misma sobrepase las 16 millones de hectáreas para la campaña 2007-08, lo cual permitirá alcanzar una producción de alrededor de 44 millones de toneladas.

La expansión del cultivo de soja ha generado tanto voces a favor, como voces en contra. Entre estos últimos, las mayores críticas se asocian con los efectos sociales y ambientales que genera la “sojización” en el territorio nacional. Sin duda el nuevo modelo, con el avance de la tecnificación y el nuevo modelo de manejo, implicaron un desplazamiento de habitantes del

campo a la ciudad. Este proceso de expulsión de mano de obra generó: pobreza, marginación y desarraigo. Otros argumentan la mayor vulnerabilidad externa que implica debido a la mayor incidencia de insumos y equipos importados.

## **A. Opciones alternativas de uso de la tierra y de los recursos hídricos**

A inicios del siglo pasado la Argentina se embarcó en un proceso de expansión en la frontera agrícola, pasando de menos de 4 millones de hectáreas cultivadas en el 1900 a más de 16 millones al momento del primer centenario (1910). Dicho proceso expansivo continúa a lo largo del quinquenio, para estabilizarse en una cifra cercana a los 20 millones de hectáreas. Con la primera guerra mundial, y el ciclo proteccionista que surge al fin de la misma, se produce un estancamiento en el número de hectáreas dedicadas al cultivo en la Argentina. A la salida de la segunda guerra mundial, el modelo sustitutivo de importaciones vigente en el país en cierta forma desalienta el avance del sector agrícola – ganadero, lo cual incluso genera un moderado descenso en el número de hectáreas asignadas a la producción. Resulta importante destacar que, del total de tierras utilizadas por el sector agrícola – ganadero, la mayor parte de las mismas se encontraban destinadas a la ganadería.

Argentina posee una superficie total de 279 millones de hectáreas las cuales, en su gran mayoría, no resultan aprovechables por la agricultura. En este sentido, las tierras no aptas alcanzan los 55 millones de hectáreas (comprendiendo montañas, desiertos y hielos). En caso que se intentase avanzar en su aprovechamiento, las consecuencias serían negativas (desde un punto de vista ambiental). Lo mismo podría decirse respecto a los bosques nativos y montes, los que en conjunto representan unas 90 millones de hectáreas. Finalmente, están los pastizales, los cuales cubren cerca de unos de 100 millones de hectáreas. En este caso, el avance de la agricultura incrementa la competencia con el agua. De esta forma, se llega a la cifra de 30 millones de hectáreas actualmente utilizadas por la agricultura.

Tal como se muestra en el cuadro 7, en 1975, la agricultura ocupaba unas 12 millones de hectáreas (un 60% por debajo de los valores observados a principios de siglo). A partir de entonces, la situación cambia rotundamente. Durante el período 1975-2005, se produce una caída del uso pecuario de la tierra (casi 6 millones de hectáreas) y una gran expansión del sector agrícola, que duplica su área y pasa a utilizar unas 25 millones de hectáreas.

Si consideramos los datos de la última campaña, el total de tierras destinadas a los cultivos alimenticios alcanzan ahora los 30 millones de ha.

En otras palabras, en su expansión, la agricultura desplaza a la ganadería e implica el corrimiento de la frontera agrícola-ganadera hacia otras regiones extra-pampeanas, básicamente a partir de la deforestación (para mayor detalle véase capítulo VI).

Adicionalmente, la agricultura se expande en base a un mayor aprovechamiento de las tierras disponibles. Pero, independientemente del incremento en productividad que se observó en las últimas décadas por la introducción de nuevas tecnologías (semillas híbridas, agroquímicos, semillas transgénicas, etc.), la soja –de alto rendimiento- resultó el cultivo de mayor expansión en los últimos 30 años. Por ejemplo, si consideramos la Provincia de Córdoba, del total de 3 843 000 hectáreas que la agricultura agregó (en detrimento de la ganadería) según surge al comparar el trienio 1970-1973 respecto a lo cultivado en la campaña 2001-2002, 89% del total corresponde al cultivo de soja (Salinas et. al., 2003). Esto ha generado cierto temor, por los efectos que la expansión del monocultivo pueda tener en materia de sustentabilidad (véase capítulo VI para mayor detalle).

**CUADRO 7**  
**USO DE LA TIERRA – EVOLUCIÓN**  
(En millones de hectáreas)

Año	Agricultura	Ganadería	Total
1975	12,1	56,7	68,8
1980	14,5	55,8	70,3
1985	18,2	54,0	72,2
1990	16,5	51,5	68,0
1995	17,3	52,6	69,9
2000	22,4	48,7	71,1
2005	25,3	50,8	76,1

Fuente: Vilella, 2006.

Actualmente se está comenzando a introducir los *policultivos* ó asociación de cultivos. Este cambio tecnológico implica la siembra, en una misma superficie, de 2 o más cultivos simultáneos o desfasados parcialmente, intentando optimizar el uso de los factores y de recursos ambientales. A modo de ejemplo, se puede citar la experiencia realizada al sur de la Provincia de Buenos Aires, la cual aprovechará de intersembrado de cultivos estivales (principalmente soja) en trigo, aunque también se evalúa al maíz como alternativa estival de intersembrado. En otras zonas se experimenta con otras duplas (girasol - soja, maíz – soja, soja de segunda - colza), mientras que algunos están experimentando con forrajeras (avena – maíz). En términos de rendimientos, la combinación pareciera rendir sus frutos: en un caso experimental, se sembraron 18 surcos de maíz a 52 cm., al lado otra franja de 18 surcos de soja, y así sucesivamente. El rendimiento del maíz fue 11 010 kg/ha, 8% más que el logrado por el maíz puro, mientras que la soja rindió 4 120 kg/ha, un 6,6% más que la soja pura (InfoCampo, Agosto 2007). Las ventajas asociadas con este nuevo paquete tecnológico van más allá de los rindes. Así, por ejemplo, en el caso de la dupla maíz – soja, la implantación del primero genera una mini-cortina forestal que resguarda al segundo de los efectos de los vientos, al mismo tiempo que la combinación permite una menor erosión de los suelos. El esquema también promueve la rotación de cultivos.

Los distintos cultivos se ubican a una distancia menor a la tradicional<sup>36</sup> de modo de aprovechar la interacción entre los cultivos, pero buscando que sea suficiente como para permitir las operaciones de siembra y cosecha en forma separada.

La agricultura de precisión es otro aspecto que podría mejorar el rendimiento de los cultivos tradicionales. Esta involucra la utilización de tecnologías modernas capaces de facilitar la obtención y análisis de datos geo-referenciales, lo cual permite mejorar el diagnóstico y la toma de decisiones para manejar cada espacio [de siembra] de acuerdo a su potencial. Esta herramienta permite también una mayor eficiencia en el uso de insumos (herbicidas, fertilizantes, semilla, etc.), al permitir graduar la utilización de cada uno de los componentes en forma variable y geo-referenciada. Argentina se ha convertido en uno de los países líderes en lo referente al aprovechamiento de este avance tecnológico, el cual es introducido por los contratistas<sup>37</sup>, es decir los proveedores tecnificados de servicios de siembra y cosecha.

<sup>36</sup> Por ejemplo, en un experimento de intersembrado girasol-soja, el girasol fue sembrado a 1,56 metros entre hileras.

<sup>37</sup> J. Albertengo – APRESID en La Nación “Crece la Agricultura de Precisión”. Domingo 25 de noviembre de 2007.

## B. Ventajas naturales

Latinoamérica suele ser considerada rica en biodiversidad. Los agro-sistemas tradicionales constituyen repositorios in situ de germoplasma tanto de plantas silvestres como de cultivos nativos. Sin embargo, la mayoría de estos agro-sistemas se localizan en los Andes, Mesoamérica y las tierras bajas tropicales. Salvo en algunas regiones del norte argentino, tal situación no se evidencia en el país<sup>38</sup>.

Según Harwood (1979), la biodiversidad permite minimizar el riesgo sembrando diversas especies y variedades de cultivos, estabiliza los rendimientos de largo plazo, promueve la diversidad de dietas y maximiza los retornos con niveles tecnológicos bajos y recursos limitados. En este sentido, la mayor parte de la producción de cultivos básicos en los trópicos latinoamericanos es en policultivos: más del 40% de la yuca, el 60% del maíz y el 80% de los porotos crecen en mezclas entre ellos y con otros cultivos de la región. La diversidad genética resultante incrementa la resistencia a las enfermedades que atacan líneas particulares de cultivos, permite que se exploten microclimas diversos y que se deriven usos nutritivos y de otros tipos de variación genética intra-específica. Así, por ejemplo en los Andes los campesinos cultivan 50 variedades de papas en sus campos (Brush, 1982). En muchos casos, el creciente avance de nuevas variedades genera una erosión genética, la cual se muestra más aguda en las zonas rurales cercanas a las ciudades. Si uno considera la evolución de la agricultura en la Argentina en los últimos 30 años, el cuadro es preocupante si uno considera el avance sin freno que ha evidenciado el cultivo de soja y más recientemente la soja transgénica sobre los cultivos tradicionales regionales.

De todos modos, vale la pena matizar la visión en materia de bioseguridad en Argentina. Por un lado, es de destacar que, a diferencia del caso de México, donde diversas variedades originarias de maíz se ven amenazadas de “contaminación” por el cultivo de maíz transgénico en tierras linderas, en el caso argentino no encontramos variedades autóctonas en peligro de contaminación. Por otro lado, el cultivo transgénico más masivamente empleado es la soja que si bien implica monocultivo, no es una especie que “contamine” otros cultivos con su polen.

En contraste, cabe resaltar que la tendencia a la expansión del monocultivo de soja transgénica incluso en regiones extrapampeanas (lo cual implica su cultivo en zonas frágiles) tiene sus costos y riesgos (así como un costo de oportunidad). En efecto, la pérdida de cultivos mejor adaptados a las condiciones del suelo local es lamentable y hace a una menor disponibilidad de algunos insumos y alimentos. Por otra parte, la soja (como se discute más adelante) es un cultivo de bajo rendimiento energético frente a otros cultivos (varios de ellos mejor adaptados para suelos frágiles y climas secos), por ejemplo el tártago y la jatropha. El monocultivo de soja podría limitar la posibilidad de aumentar la productividad y competitividad de la producción de biocombustibles simplemente por “inercia” (y esto podría explicarse por las señales de precios favorables al cultivo de soja en los últimos años).

## C. Cultivos, precios relativos y rentabilidad

Tal como se mencionó anteriormente, el avance en el cultivo de soja ha sido el rasgo estilizado más importante de la agricultura argentina en los últimos años. Sin embargo, si consideramos lo sucedido en la última campaña se observa un avance en todos los cultivos. A excepción de la producción de

---

<sup>38</sup> A partir de la modificación en la Constitución Nacional sancionada en el año 1994, el artículo 41 de la misma reconoce el mantenimiento de la biodiversidad. Al año siguiente, la Argentina ratifica el Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

girasol, que cae un 5% respecto al año anterior, el resto de los cultivos muestra incrementos en todos los conceptos (área sembrada y cosechada, producción). El incremento más notable es en cártamo, cuya área sembrada se incrementa en un 182% y la producción se multiplica por 2. De igual manera, la colza también evidencia un importante salto (del 56% en el área cosechada y 22% en producción. Cabe destacar que, en ambos casos, los niveles previos eran muy bajos, y continúan estando por debajo de los valores máximos históricos.

Una lectura rápida del cuadro 8 a continuación ilustra el papel protagónico que ocupa el cultivo de soja en el modelo agropecuario actual. Respecto a otras oleaginosas, cuya cosecha puede utilizada como materia prima para la elaboración de biodiesel, destaca el girasol. El resto de los cultivos aprovechables para la producción de este tipo de combustible son, por el momento, poco relevantes. En cuanto a los cultivos que pueden ser destinados a la producción de bioetanol, destacan el maíz, la caña de azúcar y el trigo.

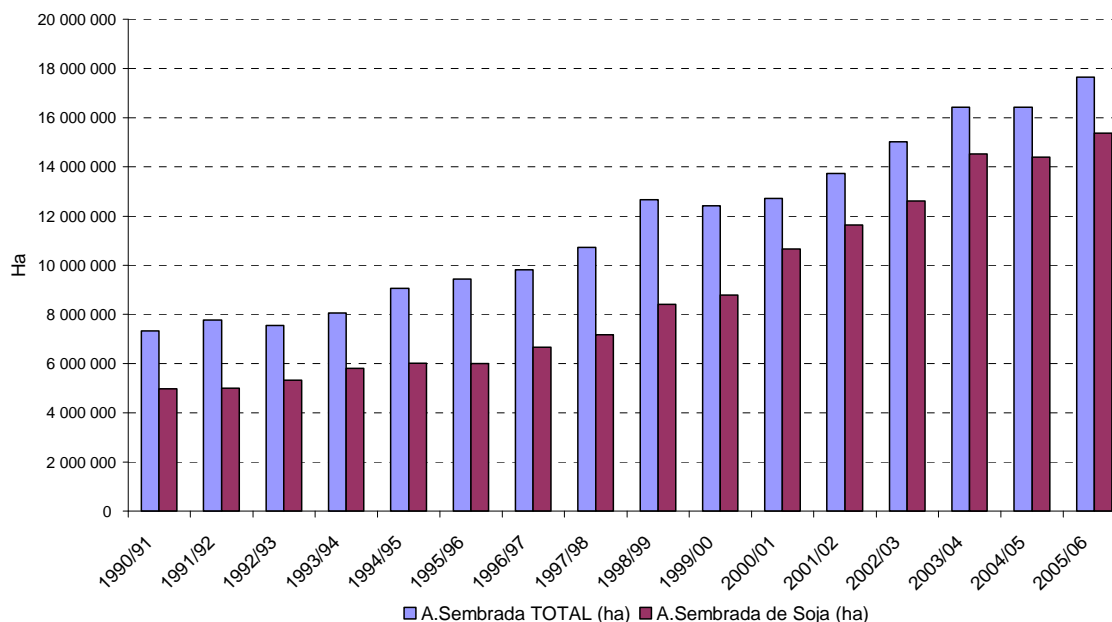
Cualquiera sea el indicador considerado, la supremacía de la soja resulta evidente, tal como refleja el Gráfico 8 presentado a continuación que ilustra la evolución del área total sembrada en el país y del área sembrada con soja desde comienzos de la década pasada.

**CUADRO 8**  
**PRINCIPALES CULTIVOS – CAMPAÑAS 2005-2006/2006-2007**

Cultivo	Campaña	Area sembrada (Ha)	Area cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)
Cártamo	2005/06	26 750,00	25 250,00	17 800,00	0,705
	2006/07	75 500,00	74 300,00	58 000,00	0,781
	Variación	182,2%	194,3%	225,8%	10,7%
Colza	2005/06	6 720,00	6 160,00	9 140,00	1,484
	2006/07	10 531,00	8 986,00	11 230,00	1,250
	Variación	56,7%	45,9%	22,9%	-15,8%
Girasol	2005/06	2 258 714,00	2 194 574,00	3 797 836,00	1,731
	2006/07	2 381 388,00	2 351 348,00	3 497 732,00	1,488
	Variación	5,4%	7,1%	-7,9%	-14,0%
Soja	2005/06	15 364 574,00	15 097 388,00	40 467 100,00	2,680
	2006/07	16 141 337,00	15 981 264,00	47 482 784,00	2,971
	Variación	5,1%	5,9%	17,3%	10,8%
Maíz	2005/06	3 190 440,00	2 447 166,00	14 445 538,00	5,903
	2006/07	3 578 235,00	2 838 072,00	21 755 364,00	7,666
	Variación	12,2%	16,0%	50,6%	29,9%
Sorgo	2005/06	577 010,00	497 640,00	2 327 865,00	4,678
	2006/07	700 010,00	594 410,00	2 794 967,00	4,702
	Variación	21,3%	19,4%	20,1%	0,5%
Trigo	2005/06	5 212 385,00	4 965 820,00	12 574 196,00	2,532
	2006/07	5 675 975,00	5 540 405,00	14 547 960,00	2,626
	Variación	8,9%	11,6%	15,7%	3,7%

Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA

**GRÁFICO 8**  
**SOJA – EVOLUCIÓN DEL ÁREA SEMBRADA RESPECTO AL TOTAL**  
*(Ha sembradas de soja y totales – participación)*



Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

Mientras que en la campaña 1990/91 la soja representaba el 68% del área sembrada total, en la última campaña dicha participación alcanzó al 87%. En esta última campaña la producción alcanza los 47 millones de toneladas, verdadero récord. Sin embargo, el aumento en el área destinada a este cultivo en el última campaña (respecto al anterior) fue menor (sólo un 2,2% de incremento en el área sembrada) al que evidenciaron cultivos como el sorgo (11,7%), el maíz (11,7%) y el girasol (6,3%). En definitiva, esta última campaña estaría generando un nuevo récord de producción agrícola total, esperándose alcanzar los 95 millones de toneladas, cifra muy cercana a la barrera de los 100 millones.

## 1. Soja

La soja se ha convertido en el principal cultivo en la Argentina<sup>39</sup>, cuya difusión no sólo se circunscribe a la tradicional región pampeana (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba), sino que el mismo se ha extendido a nuevas regiones: Santiago del Estero, Salta y Formosa, por citar algunos ejemplos exitosos. En la obtención de dicho logro mucho tuvo que ver el avance de la biotecnología, a partir de la entrada de las variedades genéticamente modificadas<sup>40</sup>, así como el avance del sistema de siembra directa, el cual permite un mayor aprovechamiento de los insumos, reducir costos y aumentar la productividad. También resultaron beneficiosos para la productividad, los menores precios de los insumos agroquímicos (herbicidas y pesticidas). Por el lado de la demanda, el papel de China no resulta menor. Actualmente Argentina es el tercer productor mundial de soja (detrás de EE.UU. y Brasil) y el primer exportador de aceite de soja.

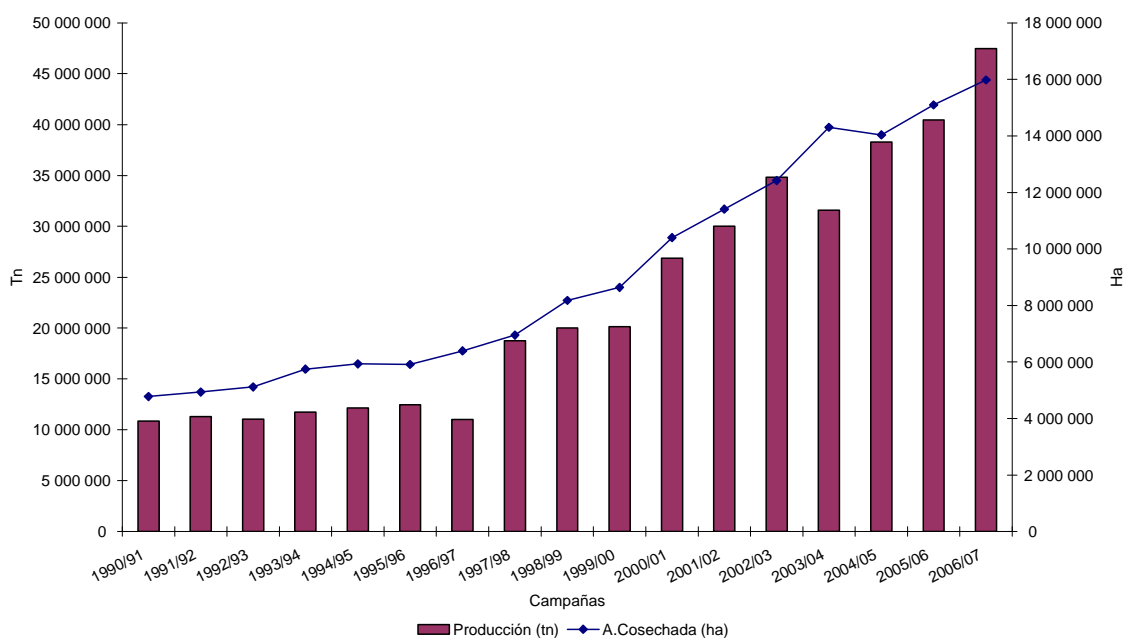
<sup>39</sup> La soja se ha convertido en el principal cultivo del MERCOSUR. En la última campaña se obtuvo una producción agregada de 110.20 millones de toneladas, con un 47,5% originado en Brasil y un 37,5% aportado por la Argentina.

<sup>40</sup> La adopción de la semilla genéticamente modificada, resistente al herbicida glifosato, permite reducir el uso de agroquímicos además de facilitar la siembra directa y así disminuir los costos de producción (SAGPyA – Aceite de Soja, Análisis de cadena alimentaria). La soja transgénica tuvo una amplia aceptación entre los productores locales, lo cual generó una rápida expansión de tal variedad en el total sembrado.

De esta manera, Argentina paso de ser un productor de cereales a ser un país mayoritariamente productor de oleaginosas.

La evolución del cultivo en los últimos 15 años es destacable tal como se refleja en el Gráfico 9 a continuación. De un valor de casi 5 millones de hectáreas sembradas y cosechadas en la campaña 1990/91 (4 966 600 ha. y 4 774 500 ha. respectivamente), en la campaña 2006/2007 los valores se triplicaron y superaron los 15 millones (16 141 337 ha. sembradas y 15 981 264 de hectáreas cosechadas). Si al aumento descrito en cantidades sembradas se le adiciona un importante incremento en productividad, lo que se obtiene es un impresionante aumento en la producción. De esta forma se explica el pasaje de 10 862 000 toneladas en la campaña 1990/1991, a 47 482 784 toneladas en la última campaña - multiplicando por cuatro el valor inicial. Pero, además del fenomenal aumento en producción, también se observa un incremento importante en precios (como se discute más adelante). En este sentido, algunos analistas prevén una campaña excepcional, con un valor de producción cercano a los US\$ 28 800 millones, valores que estarían 1/3 por encima de los observados en la anterior campaña (Fundación Mediterránea – ECC, 5 Noviembre 2007).

**GRÁFICO 9**  
**EVOLUCIÓN DEL CULTIVO Y COSECHA DE SOJA, 1990/1991 A 2006/2007**  
(Cultivo de soja – producción y área cosechada)



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Dirección de Coordinación de Delegaciones. SAGPyA.

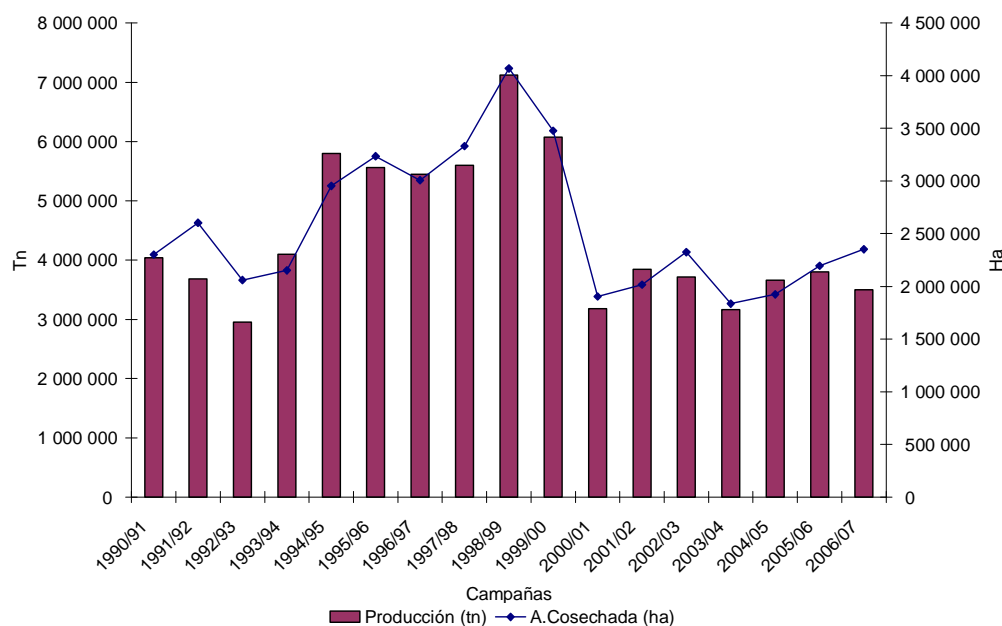
Finalmente, en lo que hace a su localización, la producción de soja en la campaña 2005-2006 presenta datos disímiles – en términos de la cantidad de hectáreas cosechadas y la posterior producción – entre las diferentes provincias del país. Córdoba es la jurisdicción que lidera las dos categorías consideradas, con una producción de más de 11 millones de toneladas de soja y un área cosechada de 4 273 718 hectáreas. Buenos Aires y Santa Fe fueron las provincias que le siguieron con un desempeño bastante similar entre ellas. Aunque la mayor parte de los cultivos se hallan localizados en la región pampeana, la soja avanzó con fuerza hacia la región extra-pampeana (NOA, NEA y la cuenca del Salado). La reducción en costos y su mayor adaptabilidad a distintos tipos de suelos asociadas a la soja transgénica permitieron este avance.

## 2. Girasol

El girasol es el segundo en importancia del país dentro de los cultivos oleaginosos. La magnitud que adquiere esta oleaginosa se evidencia al observar el lugar que ocupa la Argentina en los mercados mundiales (4to. productor). Esta oleaginosa posee un elevado porcentaje de aceite, lo cual permite obtener un elevado rendimiento por hectárea.

Al observar la evolución temporal en las áreas sembradas y cosechadas, se observa una tendencia declinante después de la cosecha 1998/99 (ver Gráfico 10 a continuación). La baja en el cultivo se explica por el proceso de sustitución que comienza a operar a partir de dicha campaña, cuando el girasol se ve desplazado por la soja. En la última campaña, se sembraron 2.381.388 hectáreas y se cosecharon 2.351.348, guarismos que permitieron una producción de 3.497.732 toneladas.

**GRÁFICO 10**  
**EVOLUCIÓN DEL CULTIVO Y COSECHA DE GIRASOL, 1990/1991 A 2006/2007**  
(Cultivo de girasol por campañas – producción y áreas cosechadas)



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Dirección de Coordinación de Delegaciones. SAGPyA.

## 3. Otras oleaginosas

A continuación se introduce una breve referencia a una serie de cultivos que podrían ser utilizados en la producción de biodiesel. Dentro del grupo de oleaginosas, pero no considerado con mayor detalle en el presente informe, se encuentran el maní y el lino. En la última campaña, el primero de estos cultivos ocupó unas 216 mil hectáreas (24,1% por encima de lo sembrado en la campaña anterior) y una producción de 580 toneladas (67,1% por encima de lo observado el año anterior). En lo que respecta al lino, se observa una caída tanto en el área sembrada (de 47 mil a 29 mil hectáreas) como en producción (34 mil toneladas, frente a 54 mil del año anterior).



## a) Cártamo

Este cultivo tiene escasa presencia en la agricultura local. Sin embargo, en la última campaña se observó un importante aumento, tanto en la cantidad de hectáreas destinadas a este cultivo como en el monto de toneladas obtenidas en la producción. Así, mientras que en la campaña 2005/2006 se destinaban 26 750 hectáreas para la siembra, durante la última campaña el cultivo de cártamo ocupó más de 75 mil hectáreas. Las cantidades se multiplicaron por 3,26 en lo que respecta a producción: se pasó de 17 800 toneladas a 58 000 en la última campaña (véase cuadro 9).

**CUADRO 9**  
**CÁRTAMO – EVOLUCIÓN 1992-1993/2006-2007**

Campaña	Área sembrada (Ha)	Área cosechada (Ha)	Producción (Ton)
1992/93	24 200	21 300	15 697
1993/94	19 050	11 650	6 700
1994/95	21 000	12 350	7 252
1995/96	13 750	10 425	6 320
1996/97	21 500	19 800	13 300
1997/98	27 000	27 000	24 600
1998/99	15 300	14 900	9 550
1999/00	39 700	34 400	30 850
2000/01	58 400	53 400	43 680
2001/02	33 000	29 500	23 500
2002/03	23 000	22 000	13 300
2003/04	30 400	30 400	18 000
2004/05	48 800	47 800	50 760
2005/06	26 750	25 250	17 800
2006/07	75 500	74 300	58 000

Fuente: SAGPyA – Dirección de Coordinación de Delegaciones.

En este caso, el despegue puede asociarse al *boom* de los biocombustibles. Como se describe en secciones posteriores, existen una serie de proyectos que utilizan al cártamo como materia prima para la producción de biodiesel. Pese a no mostrar mayor relevancia en el mercado, sí tienen importancia en el desempeño del cultivo (dado los bajos guarismos de los que se partía). Las principales zonas productoras se encuentran al norte del país (Salta, Santiago del Estero, Chaco y Formosa).

## b) Colza

Aunque no constituye un cultivo destacado, ha tenido un lugar en la agricultura del país. En la campaña 1991/1992 llegó a ocupar 45 550 hectáreas y alcanzar una producción de 57 mil toneladas. Sin embargo, a partir de dicho momento comenzó un ciclo descendente, con un mínimo de 1 520 hectáreas sembradas en la campaña del 1997/1998. Posteriormente inició un sendero de recuperación, apenas interrumpido en la campaña 2001/2002, para alcanzar una importante cosecha en el 2004/2005 (16 560 ton). En la última campaña, se sembraron 10 mil hectáreas, lo cual permitió obtener una producción de 11 230 toneladas. Aunque lejos aún de los

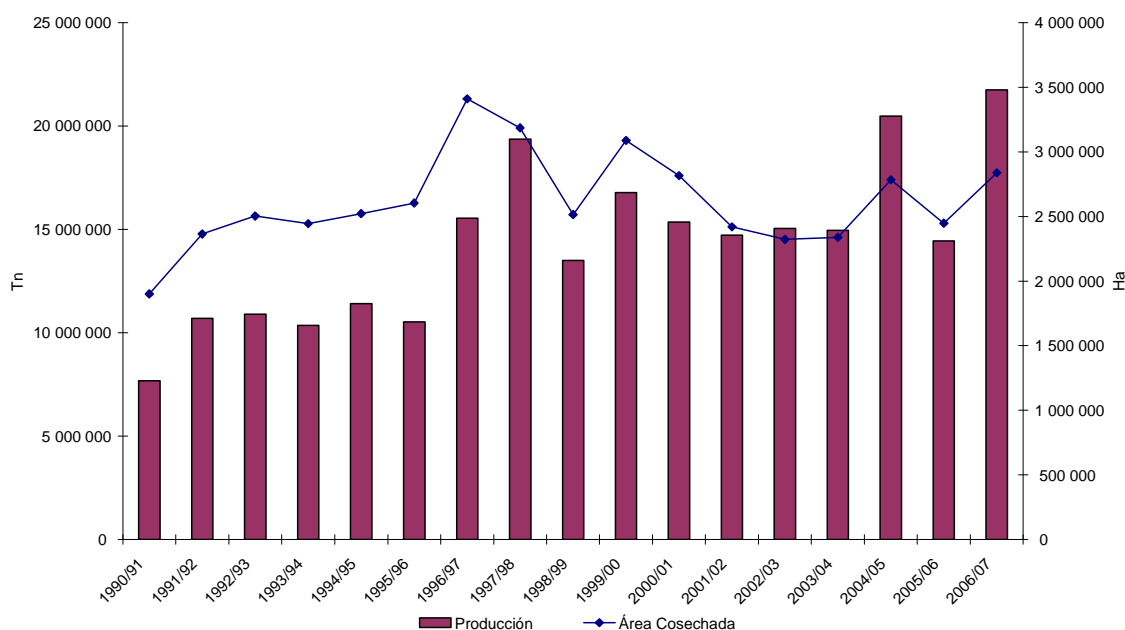
guarismos observados 2 años atrás, la colza parece haberse recuperado de los bajos niveles observados en la anterior campaña – en la cual se sembraron 6 720 hectáreas y se obtuvo una producción de apenas 9 140 toneladas.

#### 4. Maíz

Con el avance del cultivo de soja, iniciado unos 30 años atrás, la participación del cultivo de maíz fue decreciendo paulatinamente para luego estabilizarse entre el 15% y 20% del área total sembrada (Peretti, 2006). La trascendencia de este cultivo en la agricultura local se refleja en el lugar que el mismo ocupa: el segundo en importancia, después de la soja. La Argentina es el segundo exportador mundial de este cultivo, exportando entre 13 y 15 millones de toneladas al año.

Actualmente la producción de maíz se encuentra pasando por un buen momento, con record de producción en la campaña 2004/2005, cuando se superaron los 20 millones de toneladas (ver Gráfico 11 a continuación). Aunque al año siguiente caen las hectáreas sembradas, y por ende, el nivel de producción se reduce de 20 a 14 millones de toneladas, se espera un nuevo récord en la campaña 2007/2008: un aumento del 12 % en la superficie sembrada (de 3 190 440 hectáreas se pasa a las 3 578 235 hectáreas) y uno del 50% en la producción (pasando de 14,4 millones a 21,7 millones de toneladas). Los mayores incrementos se observaron en Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires (SAGPyA – Estimaciones Agrícolas Mensuales, cifras oficiales al (7/10/07).

**GRÁFICO 11**  
**MAÍZ DEL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE MAÍZ, 1990/1991 A 2005/2007**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SAGPyA.

El avance reciente en el cultivo de maíz en el país se explica, en gran parte, por el uso intensivo de la biotecnología, la progresiva utilización del esquema de siembra directa y por el avance del paquete tecnológico (fertilizantes, plaguicidas, etc.). Independientemente de lo anterior, los buenos precios obtenidos en los mercados internacionales empujaron a los agricultores a destinar más tierras a la siembra del maíz (estableciendo un nuevo récord de producción en la última campaña). El incremento sostenido en los precios de este cultivo se

explica, en gran medida, por la actitud del principal productor mundial – EEUU: pese a que en las últimas cosechas se observó un incremento en el área cosechada, la utilización del maíz para la obtención de etanol ha hecho que este país se retire como oferente en los mercados internacionales<sup>41</sup>. A ello debe añadirse el impulso que, por el lado de la demanda, introducen las crecientes compras de India y China. Este último país, que también es un importante exportador de maíz, se encuentra en medio de un proceso que puede transformar su estructura de comercio (y devenir importador neto de maíz). China también es un importante productor de etanol, para cuya obtención utiliza al maíz como principal materia prima.

En términos potenciales, el país se encuentra en inmejorables condiciones para producir etanol en base a maíz, resta cerrar la ecuación económica. La reciente enmienda a la ley de biocombustibles (que incorpora a la caña de azúcar al régimen promocional) resulta una buena noticia para el sector. Esto porque los ingenios saldrán a la búsqueda de maíz para la producción de alcohol (como complemento en los períodos en que no disponen de caña). A esto cabría agregar el anuncio realizado por distintas empresas acerca de la búsqueda de variedades de maíz genéticamente modificado, especialmente diseñadas para la producción de etanol. Lo novedoso estaría en la introducción de alfa amilasa, lo cual permitiría la degradación del almidón. Finalmente, si a los cambios favorables en materia institucional (marco normativo) y tecnológico, le añadimos el salto experimentado en los precios, resulta plausible esperar un mayor avance de este cultivo.

## 5. Sorgo

En la última campaña, se destinaron 700 mil hectáreas al sorgo, lo que permitió una producción superior a los 2,7 millones de toneladas. La base de dicho incremento se encuentra en el buen precio del cereal y a las expectativas exportadoras. El cuadro 10 a continuación identifica las mejores campañas según el área sembrada y la producción.

Como puede observarse, la cosecha 1997/1998 fue récord, con 920 060 hectáreas sembradas, y una producción de 3 762 335 toneladas. Pese a que todavía no alcanza un rol protagónico, Argentina sigue ocupando un lugar destacado como productor de este cereal (9º lugar en la producción) según informa la USDA. En lo que respecta a los rendimientos, los mismos presentan una tendencia ascendente.

---

<sup>41</sup> La creciente utilización del maíz para la producción de etanol reduce la disponibilidad de maíz para los mercados externos (A.Baker & S.Zahniser, 2006).

**CUADRO 10**  
**SORGO – MEJORES CAMPAÑAS**  
*(área sembrada y producción)*

Campaña	Área sembrada (ha)	Campaña	Producción (ton)
1997/98	920 060	1997/98	3 762 335
1998/99	879 800	1999/00	3 344 493
1991/92	823 200	1998/99	3 221 750
1999/00	819 005	2000/01	2 908 775
1992/93	809 900	2004/05	2 894 250
1996/97	804 450	1992/93	2 859 700
1990/91	751 900	2001/02	2 847 225
2006/07	700 010	2006/07	2 794 967
2000/01	698 170	1991/92	2 767 000
1995/96	670 680	2002/03	2 684 780
1993/94	670 380	1996/97	2 499 000
1994/95	621 860	2005/06	2 327 865
2004/05	617 452	1990/91	2 252 400
2002/03	592 740	2003/04	2 164 953
2001/02	591 982	1993/94	2 148 000
2005/06	577 010	1995/96	2 131 720
2003/04	545 125	1994/95	1 649 482

Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

## 6. Caña de azúcar

La molienda total de caña de azúcar resultante de la zafra del año 2006 fue de 20,5 millones de toneladas (véase cuadro 11 a continuación para una visión de su evolución histórica). El cultivo de la caña de azúcar se concentra en la región noroeste, siendo la provincia de Tucumán la principal productora (con alrededor del 70% del total), seguida por Salta y Jujuy, que producen el 30% restante. En la actualidad están en funcionamiento 23 ingenios en todo el país, con alta concentración en Salta y Jujuy (donde casi la totalidad de la producción proviene de 4 ingenios) y una atomización algo mayor en el caso de Tucumán.

Esta actividad se encuentra en expansión, luego de una declinación marcada durante los años 1990 (luego de la desregulación del sector azucarero en 1991). En ese último año, las ha cultivadas con caña fueron de 250 000 ha en Tucumán (con una producción azucarera de 700 000 ton), pocos años después de una drástica caída en la superficie cultivada había alcanzado solo 183 000 ha en 2001. En el año 2006 se cultivaron 203 000 ha y se obtuvieron 1,5 millones de toneladas de azúcar (casi tres cuartas partes de la producción total de 2,1 millones de toneladas). Los datos anteriores reflejan tanto la recuperación del área cultivada como el importante aumento en competitividad logrado en la última década y media.

La actividad goza en este momento de alta rentabilidad tanto en el aprovisionamiento del mercado interno como en el de exportación. En 2006 se destinaron 1,5 millones de toneladas para abastecer la totalidad de la demanda interna de azúcar y se destinaron algo más de 500 mil toneladas al mercado de exportación. En el caso de Tucumán, se proyecta que la producción azucarera aumentará a 2 millones de toneladas en 2010. Los pronósticos optimistas podrían fortalecerse con la reciente enmienda a la ley de biocombustibles, lo cual podría impulsar la producción de alcohol para obtener etanol.

**CUADRO 11**  
**ZAFRA DE AZÚCAR**  
(Miles de toneladas)

Año	Azúcares blancos	Azúcares crudos	Producción	Caña molida	Rendimiento %
1995	1 368,64	124,55	1 493,20	13 735,94	10,87
1996	1 188,97	101,10	1 290,07	13 637,24	9,46
1997	1 543,63	105,50	1 649,14	15 077,69	10,94
1998	1 661,45	88,03	1 749,48	16 691,82	10,48
1999	1 428,37	149,56	1 577,94	16 004,70	9,86
2000	1 364,55	97,19	1 461,75	14 895,47	9,81
2001	1 340,81	172,75	1 513,56	15 151,19	9,99
2002	1 375,76	183,55	1 559,31	14 741,79	10,58
2003	1 584,51	229,35	1 813,86	16 964,38	10,69
2004	1 616,22	100,37	1 716,60	16 733,95	10,26
2005	1 545,32	485,32	2 030,65	18 117,73	11,21
2006	1 808,26	504,15	2 312,42	20 457,39	11,30

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Centro Azucarero Argentino.

## 7. Materias primas para la elaboración de biodiesel

El análisis de los biocombustibles no puede dejar de considerar al papel de los aceites, insumo clave en el proceso de producción. La producción de biodiesel consiste en sustituir la glicerina de las grasas por metanol, en presencia de un catalizador alcalino y lograr dos productos por separado: la glicerina y los ésteres metílicos, este proceso es denominado transesterificación. El biocombustible que surge de este procesamiento (transesterificación) es obtenido a partir de aceites vegetales (soja, colza, cártamo, etc.), del procesamiento de aceites vegetales usados o bien de grasas animales. Una vez extraído el aceite, se generan distintos tipos de residuos sólidos, que pueden ser aprovechados por la industria de fertilizantes, como insumo para la producción de alimentos balanceados, o bien para el consumo humano. Como resultado del proceso de elaboración también surgen los siguientes subproductos: pellet, expeller y glicerol.

El correcto aprovisionamiento de aceites vegetales y/o grasas animales resulta clave en la cadena productiva del biodiesel. Argentina destaca en la producción de aceites vegetales obtenidos a partir de la soja y el girasol.

La industria aceitera argentina se encuentra a la vanguardia mundial en materia de productividad y rendimientos. Lo anterior permite explicar el primer lugar que obtiene el país como exportador de aceites vegetales de soja como la importancia que adquieren los envíos de aceite de girasol<sup>42</sup>. En la última cosecha, la molienda de soja alcanzó las 22 millones de toneladas, nuevo récord para el sector. En cifras globales, la evolución de la producción de grano, molienda y producción de aceite (reflejada en el cuadro 12) muestra que en los últimos años el sector casi duplicó su escala de producción (molienda).

<sup>42</sup> Sin embargo, la mayor cantidad exportada corresponde a los aceites de soja, los cuales explican  $\frac{3}{4}$  partes de la producción total.

**CUADRO 12**  
**ELABORACIÓN DE ACEITES – EVOLUCIÓN**  
*(Millones de toneladas)*

Año	Producción de grano	Molienda	Producción de aceite
2000	27,0	22,2	5,3
2001	30,8	21,7	4,8
2002	34,4	24,6	5,3
2003	39,0	27,7	6,0
2004	35,4	27,2	5,8
2005	42,9	21,6	4,7
2006	45,1	36,6	7,8
2007	52,2	39,4	8,2

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CIARA.

En lo que respecta a la capacidad instalada, la mayor actividad industrial se concentra en la provincia de Santa Fe la cual muestra una distancia mínima (cercanía producción primaria - puertos<sup>43</sup>), que permite mejorar la competitividad del complejo aceitero<sup>44</sup>. La capacidad de molienda se incrementó de manera notable en los últimos años. Mientras que, en el año 1996 ésta alcanzaba las 64 000 toneladas diarias, una serie de inversiones en llevaron a incrementar a 92 000 la capacidad de molturación diaria hacia 1998<sup>45</sup>. En los últimos años, los principales jugadores continuaron ampliando su capacidad de molienda (Molinos Río de la Plata - San Lorenzo; Dreyfus – Timbúes; Cargill – Villa Gobernador Gálvez; Vicentín – San Lorenzo), observándose inversiones por unos US\$ 400 millones. De esta forma, la continuidad en inversiones, tanto en capacidad como aquellas asociadas a mejoras tecnológicas, ha hecho que Argentina muestre en 2006 una capacidad de molienda de 149 000 toneladas diarias (unos 54 millones al año<sup>46</sup>). El importante aumento en la capacidad instalada en territorio nacional explica las crecientes importaciones de soja (principalmente del Paraguay).

## 8. Materias primas para la elaboración de etanol

El almidón y la sacarosa son, en la actualidad, las principales materias primas empleadas para producir etanol. En Brasil, se emplea la sacarosa de la caña de azúcar, mientras que en EE.UU., se utiliza el almidón de maíz, trigo, cebada o sorgo. El etanol también puede ser producido a partir de residuos forestales y DSM (papel, alimento y basura, plásticos, etc.).

El grano de maíz está compuesto en un 2/3 de almidón, el cual se convierte en etanol y dióxido de carbono a partir de un proceso de destilado y fermentación. El almidón se extrae en la molienda, proceso que puede ser de tipo húmedo o seco, siendo este último el mayoritariamente utilizado (en función de sus menores costos).

La elección de un método en particular implica la obtención de un determinado conjunto de derivados o subproductos. Por ejemplo, del proceso de molienda seca, además del etanol, se

<sup>43</sup> Las plantas procesadoras de soja logran abastecerse con productores ubicados en un radio de 300 km. En el caso de Brasil, el radio se amplía al doble.

<sup>44</sup> Las ventajas competitivas que presenta esta provincia explica el porqué 82% concentra de la capacidad instalada.

<sup>45</sup> Durante el período 1993-99, se invirtieron alrededor de US\$ 1 300 millones en el sector.

<sup>46</sup> El aumento en capacidad instalada significó, paradójicamente, una disminución en el número de plantas operando: de 58 plantas operando en 1998, al año 2003 sólo quedaban 47 (Informe de Coyuntura Mensual, Septiembre 2007. SAGPyA – Dirección de Mercados Agroalimentarios).

obtienen los granos destilados secos y solubles (DDGS), con alta concentración de proteínas, grasas e hidratos de carbono.

Los subproductos que pueden obtenerse son diversos:

- Granos de destilería desecados (DDG): luego de extraer el alcohol etílico a través de la destilación y la fermentación de levaduras de un grano o una mezcla de granos, se separa la fracción de granos gruesos de los residuos sólidos y se secan utilizando los métodos de la industria destiladora de granos.
- Granos de destilería desecados / solubles (DDGS): se recuperan en la destilería y contienen todos los nutrientes del maíz entrante menos el almidón. Este subproducto es altamente valorado para la alimentación del ganado.
- Solubles de destilería condensados (CDS): subproductos evaporados de la industria de la fermentación del maíz. La mayoría del CDS se agrega a los granos desecados, pero algo está disponible como un ingrediente alimenticio líquido.
- Granos de destilería húmedos (WDG): pueden venderse como alimentos para el ganado o se pueden desecar para obtener DDG. Si se les agrega jarabe y luego se secan, el producto resultante se refiere como DDGS.

Los DDGS contienen todo el aceite, la proteína y nutrientes del maíz original en aproximadamente 1/3 del peso del maíz. Debido a la fermentación, los aminoácidos, la grasa, los minerales y las vitaminas restantes aumentan aproximadamente un 300% en la concentración comparada a los niveles encontrados en el maíz. Este subproducto es ampliamente utilizado en la alimentación de ganado, especialmente los rumiantes. El mayor aprovechamiento de los granos de destilería en la cadena alimenticia animal ha desplazado al grano forrajero del mercado. También se ha demostrado que los DDGS elaborados en plantas de última generación resulta una fuente excelente de energía, de aminoácidos y fósforo para alimentar cerdos y aves de corral<sup>47</sup>. Una de las principales desventajas que presenta el DDGS se relaciona con los altos costos de transporte lo cual dificulta su traslado más allá del cinturón maicero.

Además de estos subproductos, también resulta factible obtener anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), aunque dicho subproducto sólo se obtiene en plantas de mayor capacidad pues, por una cuestión de escala, son las únicas que pueden procesar y aprovechar el CO<sub>2</sub> comercialmente.

El proceso de molienda húmeda resulta más intensivo en capital, ya que, para la obtención de almidón, se debe separar el grano en sus diversos componentes. En contrapartida, los subproductos obtenidos presentan mayor valor agregado:

- Aceite de maíz, el producto más valioso, aunque el que se obtiene en menor cantidad.
- *Gluten feed*, utilizado como forraje para ganado vacuno, con alta energía metabolizante y con un excelente aporte de aminoácidos y vitaminas.
- Harina de gluten de maíz, producto con alto contenido de proteínas pero mínimas cantidades de almidón y fragmentos fibrosos, utilizado por la industria avícola.

En términos de rendimientos, a partir de una tonelada de maíz se puede obtener:

- Proceso de molienda seca: 405,37 litros de etanol, 321,44 kilos de DDGS, y 321,44 kilos de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>47</sup> Antiguamente no se utilizaba al DDGS para alimentar a estos animales puesto que, al realizarse el secado a partir del recalentamiento esto le restaba digestibilidad y nutrientes esenciales para las aves de corral y los cerdos.

- Proceso de molienda húmeda: 372,58 litros de etanol (o 562,52 kilogramos de almidón, o 589,31 kilogramos de *sweetener*), 241,08 kg de *gluten feed*, 46,43 kg de harina de gluten, 26,79 kg de aceite y 303,58 kg de anhídrido carbónico.

En el país existe una importante industria de molienda seca con una capacidad de producción de 200 mil toneladas anuales. La mayor concentración de empresas se da en el área comprendida por el norte de la provincia de Buenos Aires y el sur de la provincia de Santa Fe, aunque también existen una serie de establecimientos en el noroeste del país. También la inversión en molienda húmeda fue considerable en los últimos años. Actualmente se cuenta con 7 plantas operando en el país (6 procesan maíz y 1 trigo), las cuales reúnen una capacidad instalada total de 1 millón de toneladas.

## 9. Precios

Al momento de analizar precios, no sólo es importante considerar la cotización de los distintos cultivos, sino también el sendero de precios de los productos derivados y subproductos. Esto se explica por ejemplo, por el papel protagónico de los aceites en la producción de biodiesel, que los vuelve el principal componente de los costos de producción. También es importante considerar los valores a los que cotizan los distintos subproductos (*pellet*, *expeller*<sup>48</sup> y glicerol<sup>49</sup>) ya que hacen a la rentabilidad y competitividad de la cadena.

Actualmente se observa una evolución favorable en el precio de todos los cultivos analizados, como también en los productos derivados y subproductos. Al evaluar la cotización de la soja y el resto de los principales cultivos (trigo, maíz duro y girasol) en el período comprendido entre enero de 2004 y julio de 2007, se observa una primera etapa alcista que alcanza su pico en algún momento dentro del período de dos años que se inició a mediados de 1996, dependiendo del cultivo (para mayor detalle, ver Gráfico 12 a continuación). En la mayor parte del período considerado, el valor de la soja será superior al del trigo y del maíz duro, patrón que no se repite al comparar los valores de la soja con los del girasol. Pese a esta evolución en los precios, la soja ocupa, año tras año, una proporción creciente de las hectáreas sembradas.

De los 4 cultivos considerados en el período iniciado en enero de 1994 y finalizado en julio de 2007, sólo la cotización del girasol parece diferenciarse de los valores observados a mediados de la década pasada. El resto de los cultivos estaría retomando los valores máximos observados entre los años 1996 y 1998. Así, en el caso de la soja, la última cotización disponible (238,99 US\$/ton), aún se encuentra muy por debajo de los valores máximos del período observados durante el año 1997 (cuando cotizó a US\$ 308).

Considerando el período más reciente, el Gráfico 13 a continuación muestra la evolución de los precios relativos (entre el precio de diversos cultivos y el precio de la soja). Salvo el girasol, todos muestran en general precios por tonelada inferiores a la soja, aunque es de notar que en todos los casos los precios relativos frente a la soja han mejorado en el último período considerado.

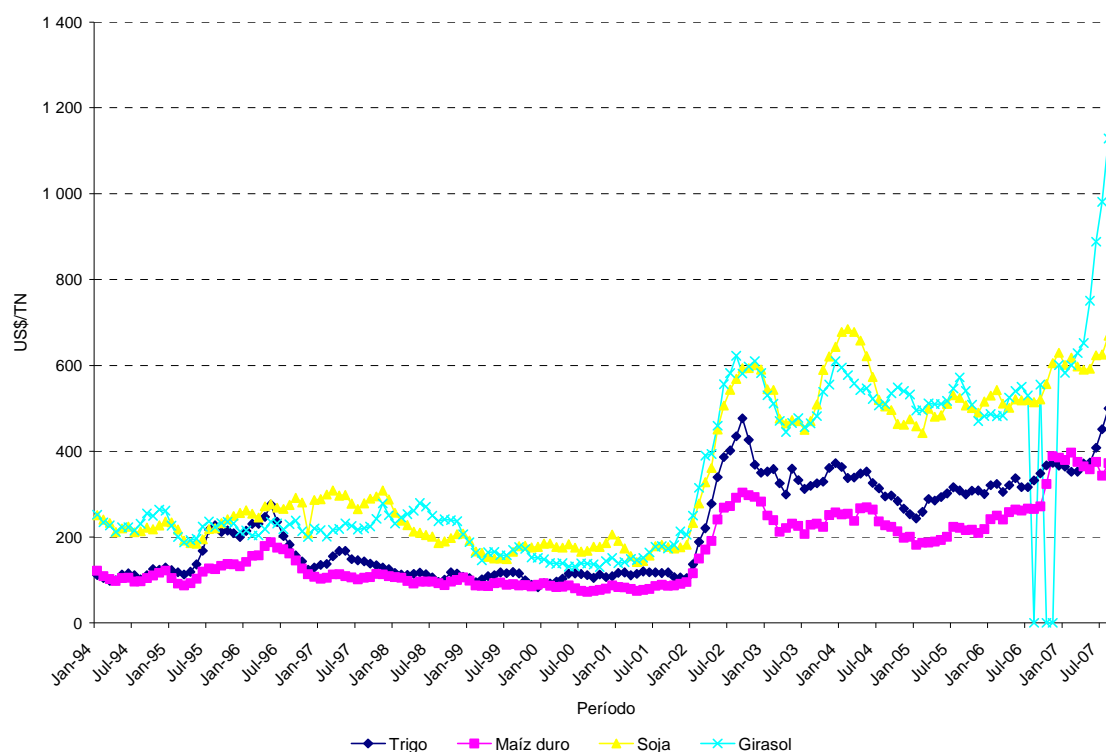
---

<sup>48</sup> Este es un alimento de valor nutritivo mayor que el *pellet*. En cuanto a rendimiento, por cada tonelada de aceite obtenido, se logran 40 toneladas de *expeller*, dado que el mismo incluye (como todo alimento balanceado) otros elementos (cereales, harinas o subproductos de origen cárnico) (Molina, 2007).

<sup>49</sup> El principal destino de esta subproducto es la industria química.



**GRÁFICO 12**  
**ROSARIO – MERCADO SPOT, EVOLUCIÓN PRECIOS CEREALES**  
*(Enero 1994 – julio 2007)*



Fuente: Elaboración propia en base a datos Bolsa de Cereales.

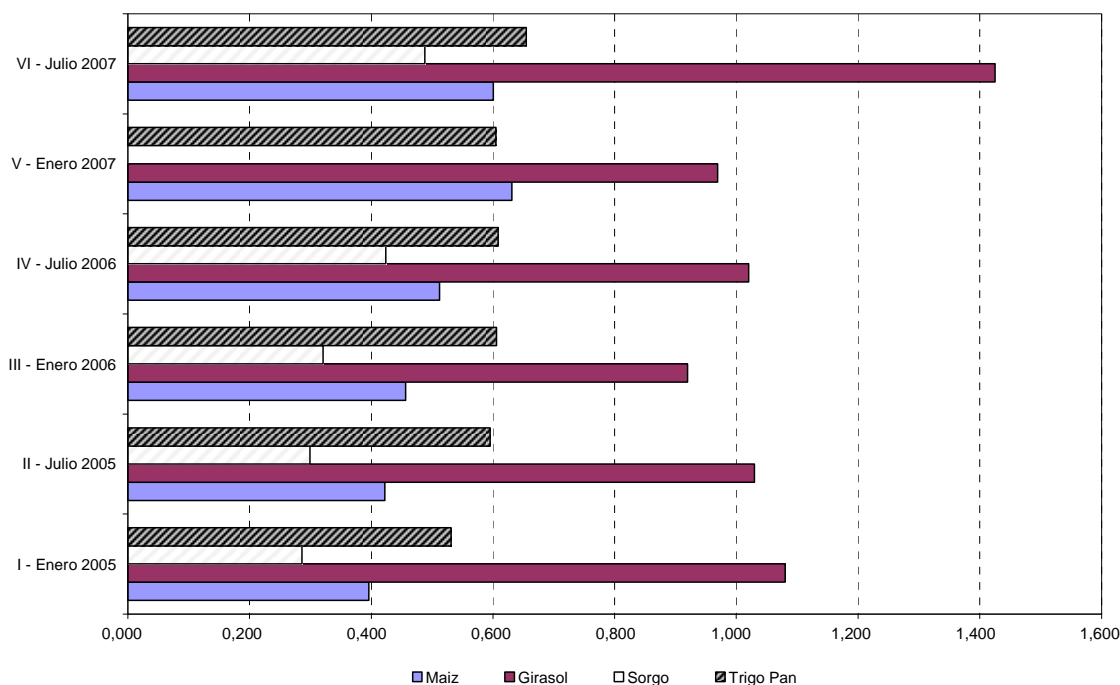
Así, mientras una tonelada de maíz cotizaba, al mes de enero del 2005, al 40% del valor de la soja, la última cotización disponible la muestra a un valor cercano al 50%. Más precisamente, en el período considerado el grano de maíz se apreció un 28,93% respecto al análogo de soja. El aumento fue superior al 100% en el caso del sorgo, superior al 50% para el girasol y del 44,39% para el grano de trigo – pan. Sin duda, del conjunto de cultivos analizados el que mostró una mayor apreciación frente a la soja fue el sorgo (incremento su precio por un factor de 2,28, mientras la soja solo creció un 63%). Los beneficios también alcanzaron al girasol, cuya cotización mostró un importante salto al duplicar su precio en el período considerado (para mayor detalle, véase cuadro 13).

Ahora bien, aunque los valores del grano de soja (y aún de algunos subproductos como los pellets) no resultan muy diferentes a los observados en otros períodos, el sendero de precios seguido por el aceite de soja es otro. Dado que este último resulta la principal materia prima involucrada en la obtención de biodiesel<sup>50</sup>, parece relevante detenerse a considerar su evolución con mayor detalle (véase Gráfico 14).

Mientras la tonelada de aceite (valor FOB) en el puerto de Rosario cotizaba un 60% por encima del precio del grano a inicios del año 2001, a fines del 2006 el primero resultaba 2,5 veces más caro que el segundo.

<sup>50</sup> El aceite vegetal - precio FOB sin retenciones - representa aproximadamente el 90% del costo total de producción del Biodiesel (SAGPyA – IICA, 2005).

**GRÁFICO 13**  
**PRECIOS RELATIVOS: CULTIVOS VARIOS VS. SOJA**  
*(Cuociente entre el precio del cultivo alternativo y el precio de la soja)*



Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

**CUADRO 13**  
**PRECIO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS (MODIFICACIONES RECIENTES**  
**ENTRE ENERO 2005 Y JULIO 2007)**  
*(En porcentajes)*

Cultivo	Soja	Maíz	Girasol	Sorgo	Trigo Pan
$\Delta$ en precios	63,73	111,10	153,44	228,28	136,41

Fuente: elaboración propia en base a datos SAGPyA.

El precio del aceite de soja no sólo experimentó en el período considerado una importante apreciación respecto de la materia prima sino que también aumentó en relación al precio del aceite de girasol y de lino. A inicios del año 2001 estas tres variedades mostraban valores similares, con un valor mínimo para el aceite de soja (275 US\$/ton), y los 2 restantes cotizando un 20% por encima. Las cotizaciones aumentan con igual intensidad en los meses posteriores, superando la barrera de los US\$ 400 por tonelada rápidamente. A mediados de julio de 2003, los valores se estabilizaron alrededor de US\$ 600 por tonelada. Pero, mientras el aceite de soja y girasol mantuvieron esos precios, el lino llegó a cotizar por encima de los US\$ 1 200 por tonelada en julio de 2005, para luego descender en forma continua. A partir de enero de 2006, el aceite de soja inicia una marcha ascendente, la cual llevará a este producto a alcanzar el precio del aceite de girasol hacia finales del año 2006 (y a superar al del aceite de lino en un 15%). Durante el 2007, el aceite de soja siguió valorizándose: al mes de agosto cotizaba a US\$ 809 la tonelada (mientras que el aceite de girasol alcanzaba 964 US\$/ton). De acuerdo a las proyecciones del Departamento

de Agricultura de los EE.UU. (USDA), los elevados precios de los *commodities* mencionados se mantendrán debido a la demanda sostenida de los países asiáticos<sup>51</sup>.

**GRÁFICO 14**  
**SOJA Y DERIVADOS – EVOLUCIÓN EN PRECIOS**  
(Enero 2001-noviembre 2006)



Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

## 10. Rendimientos y Rentabilidad

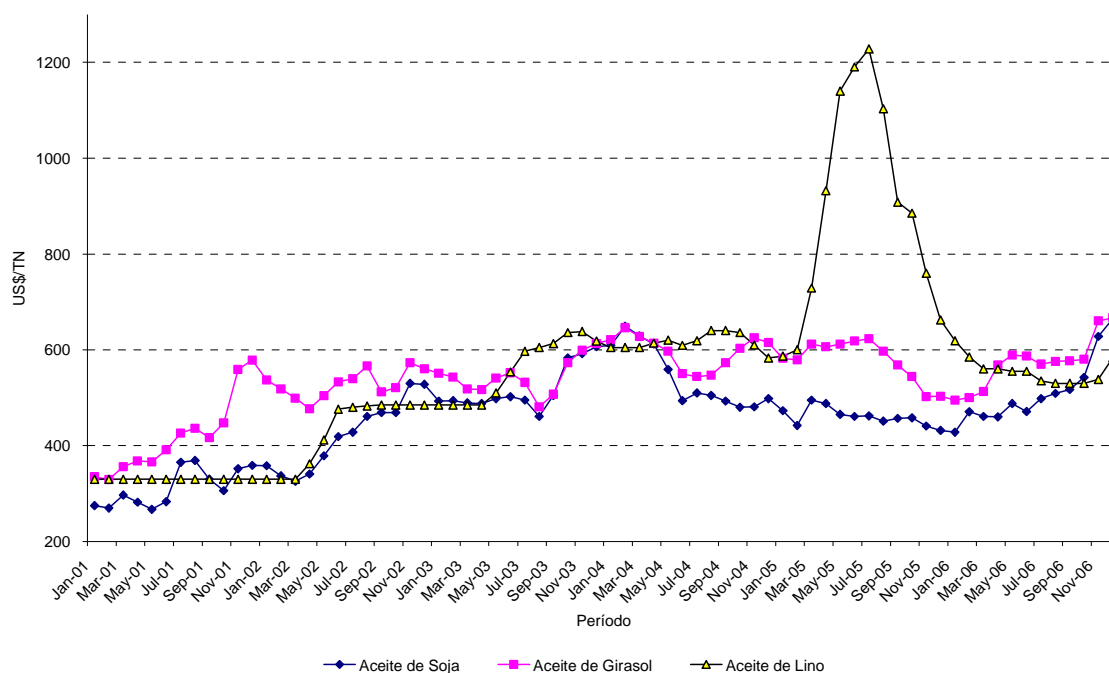
En términos energéticos, la soja presenta el balance más desventajoso en términos de litros netos de combustible obtenido por hectárea de cultivo (esto es, una vez deducidos los combustibles empleados para su obtención), a pesar de ser el más eficiente al momento de considerar el total insumos utilizados en su producción<sup>52</sup> (véase cuadro 14).

Esto se explica por el bajo porcentaje de aceite que puede extraerse del poroto de soja (18%). Si se considera que una hectárea de soja rinde unos 2 700 kilogramos, dicha cantidad estaría generando unos 486 kg de aceite, valor que pasados a litros (equivalente a 1 075 l por kg) y transformados en biodiesel (con un rendimiento de 0,96) representan 502 litros por hectárea.

<sup>51</sup> Para mayor detalle sobre las proyecciones de este organismo se recomienda consultar [http://www.usda.gov/oce/commodity/ag\\_baseline.htm](http://www.usda.gov/oce/commodity/ag_baseline.htm).

<sup>52</sup> Los 25 litros por hectárea surgen de considerar un consumo de 10 litros al momento de la siembra (la cual se asume bajo la modalidad directa) y otros 15 litros al momento de la cosecha.

**GRÁFICO 15**  
**ACEITES - EVOLUCIÓN PRECIO FOB PROMEDIO PUERTOS ARGENTINOS**



Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA – Dirección de Mercados Agroalimentarios.

**CUADRO 14**  
**RENDIMIENTO, INSUMOS Y BALANCE DE COMBUSTIBLE OBTENIDO**  
(Litros por hectárea)

Cultivo	Rendimiento	Insumo de combustible	Balance
Jatropha	1 419	50	1 369
Ricino	1 239	52	1 187
Colza	1 164	49	1 115
Girasol	805	51	754
Soja	502	25	477

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SAGPyA.

De todos modos, es de notar que el rendimiento expresado en toneladas obtenidas por hectárea de oleaginosa cosechada muestra en general una tendencia creciente. Dicho aumento se explica tanto por el mejoramiento genético como por las mejoras tecnológicas y en materia de manejo de cultivos.

Mientras que en los años 1990, el rendimiento promedio de la soja alcanzaba las 2,19 toneladas por hectárea, en lo que va de la presente década alcanzó un valor promedio de 2,66 ton/ha. En lo que hace al girasol, con la excepción de las campañas 1991/1992 y 1992/1993 cuando se obtuvieron rindes bajos (de 1,4 ton/ha), los rendimientos oscilaron entre 1,6 y 1,90 ton/ha (con un rendimiento récord en la cosecha 1994/1995 de 1,96 ton/ha). Este cultivo resulta el único cuyos rendimientos promedio en la presente década no difieren mayormente de lo observado en la década pasada (como se verifica en los cuadros 15 y 16 y el Gráfico 16) los rendimientos parecen aumentar o disminuir levemente según los años considerados para la

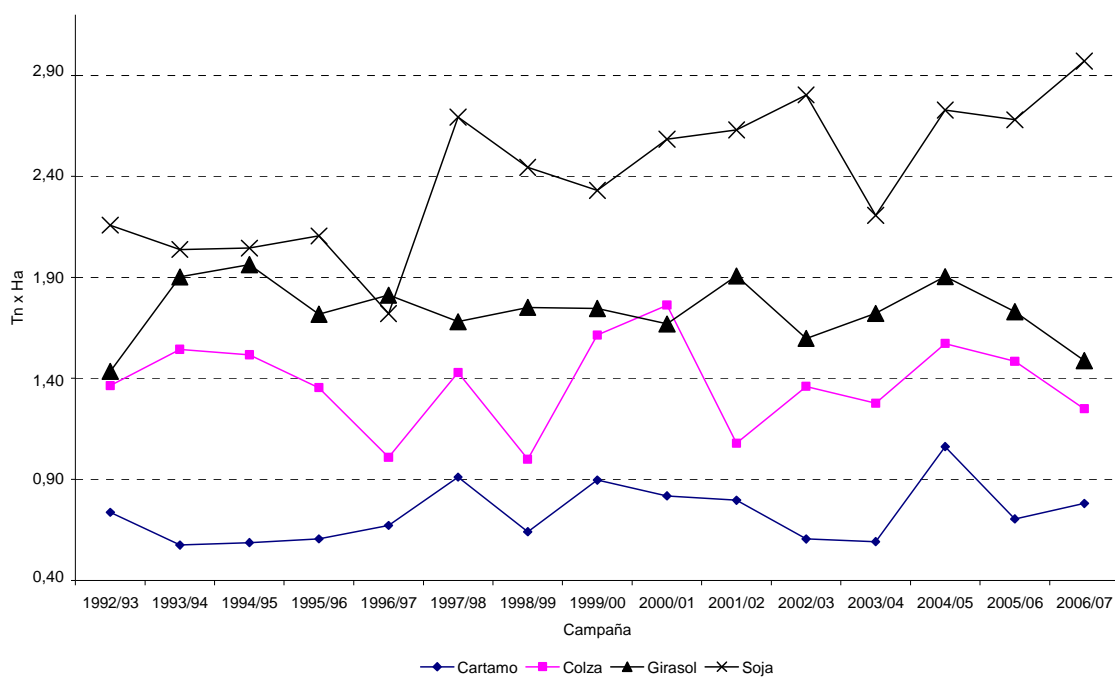
comparación). Por su parte, el cártamo mostró rendimientos entre 0,4 y 1,1 (ton/ha), con un pico en la cosecha 2004-2005. En la última cosecha los rendimientos alcanzaron a 0,77 ton/ha. Por su parte, los mejores rendimientos para la colza fueron alcanzados en la campaña del 2000/2001, cuando se obtuvo 1,76 toneladas por hectárea. La última campaña mostró rendimientos muy por debajo de tales valores (1,25 ton/ha).

**CUADRO 15**  
**CULTIVOS ASOCIADOS AL BIODIESEL - RENDIMIENTOS PROMEDIO**  
(Ton/ha)

Promedio	Cártamo	Colza	Girasol	Soja
Campaña 92-93/99-00	0,70	1,35	1,75	2,19
Campaña 00-01/06-07	0,77	1,40	1,72	2,66

Fuente: elaboración propia en base a datos SAGPyA.

**GRÁFICO 16**  
**RENDIMIENTOS CULTIVOS ASOCIADOS AL BIODIESEL 1992/1993 A 2006/2007**



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Dirección de Coordinación de Delegaciones. SAGPyA.

Al considerar el desempeño de los cultivos aprovechables para la producción de etanol, es notable el salto en rindes que muestra el maíz. En este sentido, se pasa de un promedio de 4,64 ton/ha a valores superiores a 6 toneladas por hectárea en los últimos años. En menor medida, el sorgo también muestra un considerable aumento en rindes en el período considerado. Finalmente, el desempeño del trigo es menos destacado, si bien el rendimiento también creció. Asimismo, es de notar que los rendimientos crecieron en mayor medida en el caso de los cultivos asociados el etanol que en aquéllos empleados para producir biodiesel.

**CUADRO 16**  
**EVOLUCIÓN EN LOS RINDES DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS**

Concepto	Trigo	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol
Promedio 1990/91 a 1998/99	2,184	4,64	3,848	2,197	1,714
Promedio 1999/00 a 2005/06	2,421	6,16	4,873	2,566	1,754
Variación	10,85%	32,76%	26,64%	16,80%	2,33%

Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

Ahora bien, si consideramos los rendimientos y/o evaluamos el comportamiento de los precios de los diferentes cultivos, no se entiende el porqué de la generalización del cultivo de soja en la última década. Más aún, observando los ingresos brutos asociados con los distintos cultivos y considerando un período aún más extendido, tampoco se explicaría el porqué de dicha sustitución. Como se planteaba en la introducción de esta sección, la elección no vino influenciada por el lado de precio de venta del grano, sino por la evolución que mostraron los precios de los insumos (costos de producción).

**CUADRO 17**  
**COSTOS OPERATIVOS DE PRODUCCIÓN**  
*(En pesos de mayo del 2005, ajuste por IPIM)*

Período		Maíz	Soja	Trigo
1990/1992	\$/ha	247,06	302,30	172,65
2003/2005	\$/ha	641,17	279,80	319,65
Diferencia	%	+159,5%	-7,4%	+85,1%

Fuente: Peretti, 2006.

El paquete tecnológico introducido en la década de 1990 (semillas transgénicas-siembra directa) implicó una mayor utilización de agroquímicos o fitosanitarios<sup>53</sup>. Dicho paquete juega un rol fundamental para explicar el incremento en el rendimiento agrícola y la reducción de costos de producción, en particular en el caso del complejo sojero (donde la penetración de las semillas transgénicas se acerca al 100%, a diferencia de lo que ha ocurrido con el maíz).

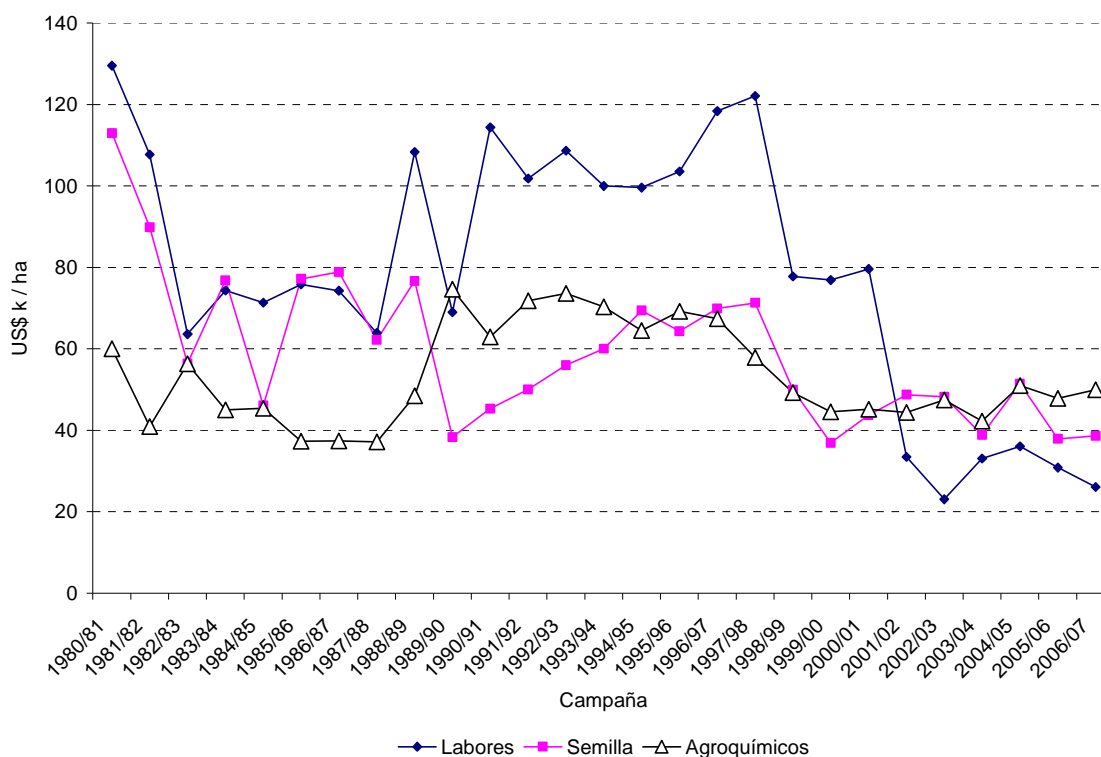
Del conjunto de fitosanitarios disponibles, el más utilizado por el cultivo de soja son los herbicidas y en particular el glifosato (que mejora el control de malezas involucrando una menor utilización de herbicidas de carácter específico<sup>54</sup>). Asimismo, su utilización facilita también la implementación del esquema de siembra directa. Lo antes mencionado explica en gran medida la reducción de costos que enfrentó el productor de soja. En ese contexto, de por sí favorable, se observa además una baja en los precios que enfrenta el productor (por la caída en el valor del glifosato<sup>55</sup>). Analizando lo acontecido en términos de ingresos brutos (US\$ por tonelada) la soja mostró los mayores valores promedio en la última década y ha resultado por ello una opción interesante.

<sup>53</sup> Estos son una serie de productos que incluyen: herbicidas, insecticidas, acaricidas, fungicidas y bactericidas.

<sup>54</sup> Tradicionalmente se necesitaban 3 tipos de herbicidas diferentes para combatir las malezas. Con la introducción de la variedad RR, el glifosato se convirtió en el único herbicida utilizado (a razón de 3 litros por hectárea).

<sup>55</sup> El precio del glifosato pasa de un valor de US\$ 16 a mediados de los años 1980, a uno de entre US\$ 2 y 3 hacia el año 2000. Esto generó una fuerte caída en los gastos por hectárea en concepto de herbicidas: mientras que con la semilla tradicional rondaba los US\$ 40, luego pasó a representar unos US\$ 9.

**GRÁFICO 17**  
**SOJA - EVOLUCIÓN COSTOS DIRECTOS**



Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

Al considerar la evolución de los márgenes brutos para los principales cultivos (presentados en el cuadro 18), se observa en efecto, que salvo en campañas puntuales, la soja presentó en la última década márgenes superiores al resto de los cultivos considerados (trigo, maíz y girasol). Asimismo, si consideramos los márgenes mínimos, la soja superó en todos los casos a los demás cultivos. Sin embargo, lo anterior no impide notar que en el mejor momento (trienio 1995/1996- 1997/1998) fue el maíz el cultivo que logró alcanzar el mayor margen (485,70 US\$/ha) (véase Gráfico 18). En el extremo opuesto se encuentra el trigo con un valor máximo de 245,22 US\$/ha en el mismo período.

**CUADRO 18**  
**MÁRGENES POR CULTIVO – MÁXIMO, MÍNIMO Y PROMEDIO**  
(Valores por trienio)

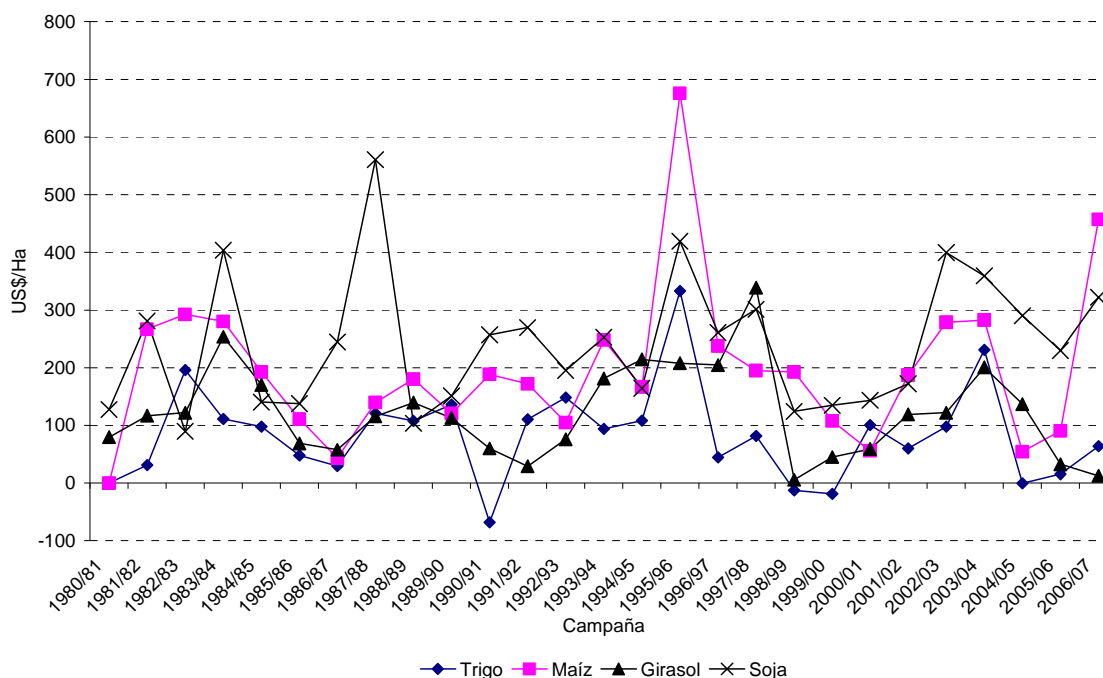
Cultivo	Campaña	Máximo	Campaña	Mínimo	Promedio
Trigo	95/96 - 97/98	245,22	04/05 - 06/07	83,94	152,10
Maíz	95/96 - 97/98	485,70	86/87 - 88/89	162,15	279,91
Girasol	95/96 - 97/98	342,70	89/90 - 91/92	117,97	184,71
Soja	95/96 - 97/98	443,13	80/81 - 82/83	232,91	316,94

Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

Es de notar que los datos del cuadro anterior no permiten analizar la evolución más reciente, cuando varios cultivos han experimentado un proceso de reversión en los márgenes. En el caso de la soja esto ocurrió en la última campaña, mientras que en el del trigo y del maíz los

cambios de tendencia se iniciaron hace dos años. La excepción viene dado por el girasol, cuyos márgenes vienen decayendo desde la campaña 2003-2004.

**GRÁFICO 18**  
**PRINCIPALES CULTIVOS - EVOLUCIÓN DEL MARGEN BRUTO**



Fuente: Elaboración propia en base a datos SAGPyA.

Considerando lo sucedido en la última campaña, por el momento sólo se cuenta con proyecciones. Diversos informes citados por los medios de prensa locales indican que –según estimaciones de la Secretaría de Agricultura- se produciría un aumento en los márgenes del trigo (73%), maíz (245%) y soja (37.5%), al tiempo que el girasol perdería respecto al año anterior (- 8.4%<sup>56</sup>). En contraste, la Fundación Mediterránea<sup>57</sup> estimó importantes mejoras en los márgenes de rentabilidad del trigo (85%), el girasol (53%) y la soja de primera (24%). Para el caso del maíz, la situación habría empeorado en la última campaña (-20%) dado el mantenimiento en los precios al tiempo que los costos subían respecto al año anterior (El Cronista Comercial, 5/11/2007).

## D. Impacto en el desarrollo rural y cambios en el uso de la tierra

La irrupción de la soja como principal cultivo implicó tanto el desplazamiento de otros cultivos y de la ganadería en zonas agropecuarias preexistentes, como el avance de la frontera agrícola hacia regiones previamente no explotadas.

<sup>56</sup> Los márgenes netos aumentaban considerablemente salvo en el caso del girasol. Con valores expresados en dólares por hectárea, la evolución de los márgenes fue: trigo (US\$ 15,5 a 63,9), maíz (US\$ 90,49 a US\$ 457,0), girasol (US\$ 32,6 a US\$ 12,56), y soja (US\$ 230 a US\$ 322).

<sup>57</sup> Sin embargo, dicho pronóstico estaba basado en un esquema anterior de retenciones que recientemente ha sido modificado, revisando a la baja las cifras precedentes.

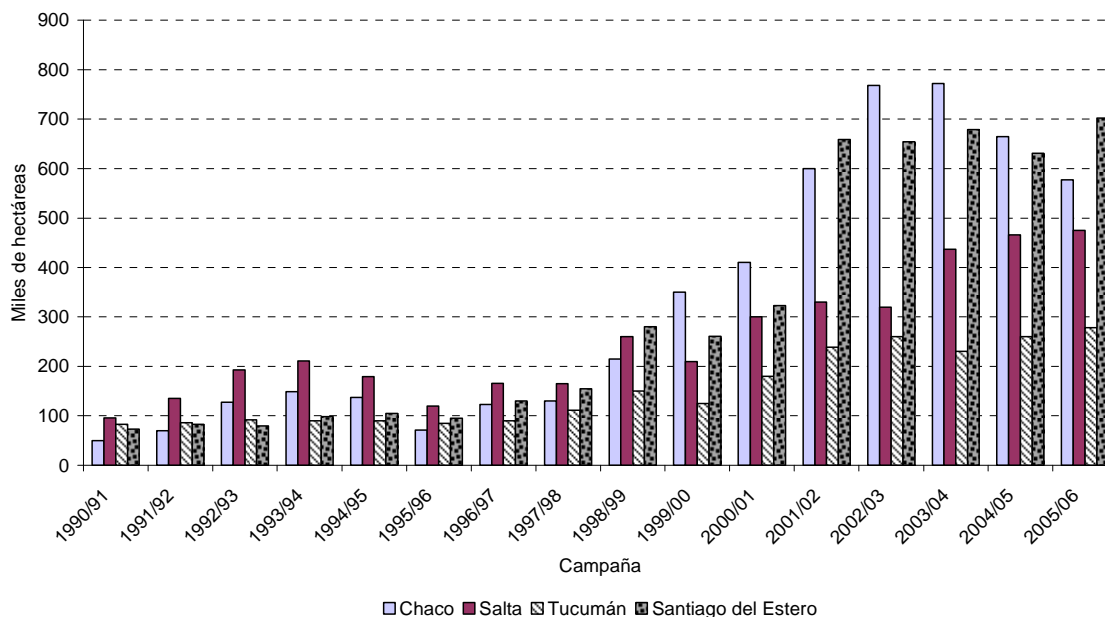


Si consideramos la evolución en el tiempo del nivel de diversificación agrícola, se observa un avance notable de la soja. Mientras que en la campaña 1993/1994 este cultivo alcanzaba el 28% del total sembrado, y al año 2002/2003 el mismo representaba ya un 44% del total. El momento de quiebre de tendencia que se asocia con la entrada de la semilla RR en la campaña 1996/1997. Actualmente, ocuparía más del 50% de las tierras agrícolas.

En primer lugar, aunque el avance no siempre fue lineal, resulta evidente que la soja desplazó cultivos tradicionales en la región pampeana como el maíz y el girasol. El reemplazo se originó en la mayor rentabilidad del cultivo de soja una vez que se introdujo la variedad RR, y no tanto por sus mejores cotizaciones en los mercados internacionales. En el caso del trigo, el mantenimiento en sus niveles históricos obedece al papel que comienza a jugar este cultivo en el sistema de siembra directa (al ser utilizado como cultivo alternativo en *tandem* con la soja). En segundo lugar, tampoco debe dejar de considerarse la expansión que mostró el cultivo hacia regiones extra-pampeanas. Esto implicó un avance de la soja por sobre otros cultivos tradicionales, como el algodón en el norte santafecino y las provincias del Chaco y Salta. Pero también, en estas regiones el avance implicó el corrimiento de la frontera agropecuaria y la incorporación de nuevas tierras, a partir del desmonte.

El avance de la soja es notable en diversas provincias del norte argentino. Si se consideran las áreas incorporadas en las provincias de Tucumán, Salta, Santiago del Estero, Chaco, Formosa y norte de Santa Fe entre los años 1988 y 2002, se observa que las tierras dedicadas a la producción agrícola se duplican (Slutsky, 2006). Esto puede observarse en el gráfico 19 para varias provincias del Norte argentino

**GRÁFICO 19**  
**AVANCE DEL CULTIVO DE SOJA EN LAS PROVINCIAS DEL NORTE**  
**(1991-1992 A 2005-2006)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de SAGPyA.

Sin embargo, el desarrollo de los biocombustibles puede también integrar producciones en el ámbito regional. En algunos casos, el avance de esta industria podría fomentar el surgimiento de nuevos cultivos como un mejor aprovechamiento de los cultivos existentes.

## E. Efectos sobre la tenencia de la tierra

Los cambios experimentados en materia de desregulación y privatización y el proceso de apertura de la economía durante los años 1990 tuvieron un fuerte impacto en la estructura de tenencia de la tierra. Las nuevas condiciones de funcionamiento de la economía hicieron que la rentabilidad de las explotaciones pasara a depender de la productividad de los factores. Así, para poder mantenerse en la frontera, los productores debían incorporar nuevas tecnologías. Cuando se veían imposibilitados a hacer esto, las opciones pasaban por vender la propiedad, entregarla en arriendo o pagar a un tercero por los servicios de siembra y cosecha. De esta forma, los pequeños y medianos propietarios ceden la gestión del negocio a otros actores, generalmente no propietarios (*pools* de siembra, fondos de inversión o contratistas).

El aumento de la superficie bajo arrendamiento agudizó el proceso de concentración de la tierra (Slutzky, 2006). Si comparamos los datos del último Censo Nacional Agropecuario respecto a los valores observados en el año 1988, se observa un importante aumento en la escala de la unidad productiva promedio. A nivel agregado, esta pasó de 424 ha en 1988 a 524 ha en 2002 (PROINDER-SAGPyA / IICA, 2006). En poco más de una década, la unidad económica agropecuaria en la región pampeana aumentó en más de 100 hectáreas (de 325 ha a 441 ha<sup>58</sup>).

En el mismo período, el número de explotaciones agropecuarias se redujo un 24,5% a nivel país, y un 30,5% en la región pampeana. Los cambios se apreciaron de manera más notable en las regiones Pampeana y Patagónica, donde la producción se orienta mayormente a los mercados internacionales.

Así, el peso de los pequeños productores se vio fuertemente disminuido entre uno y otro censo. Su participación en términos de superficie ocupada es minoritaria (generalmente, se ubica por debajo del 20%, porcentaje que puede ser menor al 10% en algunas regiones). Para el caso de la zona pampeana, el número de explotaciones agrícolas en manos de los pequeños productores asciende a 58 733, lo cual representa el 56,6% del total de explotaciones de la región. En términos de superficie, estos actores ocupan unas 800 mil hectáreas (17,7% del total de tierras disponibles), con una superficie media de 138 hectáreas por unidad –frente a las 838 hectáreas en promedio del resto de las explotaciones agropecuarias de la región.

En la región del Chaco Húmedo, el avance de la soja y los cereales ha generado una disminución en el número de explotaciones totales (-22%) al mismo tiempo que aumenta la superficie en explotación, lo cual habla de un importante proceso de concentración (disminuye el número de explotaciones en manos de pequeños productores). Un fenómeno similar se produjo en la región de agricultura subtropical (Noroeste), donde el avance de los cereales y las oleaginosas conllevó a una disminución en el número de explotaciones totales. En este sentido, la comparación intercensal muestra una caída en los cultivos industriales (algodón en el caso del Chaco, azúcar y tabaco en el noroeste), patrón que podría (o no) verse modificado con el desarrollo del mercado de biocombustibles. Para el caso de las provincias del noroeste, la posibilidad de producir etanol abre nuevas perspectivas para la industria azucarera.

En lo referente al cultivo, con más de 2,4 millones de hectáreas sembradas<sup>59</sup>, las oleaginosas representan un 45,78% de la superficie cultivada por los pequeños productores. En

---

<sup>58</sup> A excepción de 3 zonas (Puna, valles del NOA y agricultura subtropical del NOA) las otras 7 zonas analizadas por PROINDER (Chaco Seco, Monte árido, Chaco Húmedo, Mesopotamia, Patagonia, oasis cuyanos y valles patagónicos) muestran también un avance en grado de concentración en la tenencia de la tierra.

<sup>59</sup> Sobre un total de 12 9241 536 hectáreas dedicadas a las oleaginosas por el conjunto de productores.

segundo lugar aparecen los cereales con casi 1,7 millones de hectáreas<sup>60</sup>, los cuales ocupan el 31,84% de la superficie cultivada por este grupo.

En principio, nada indica que pueda preverse una mayor diversificación en cultivos, ni tampoco cabría esperar algún rol dinámico de los biocombustibles en materia de desarrollo rural. Menos aún, que la aparición de nuevos productos pudiera tener algún impacto en lo que respecta al cambio en el uso de la tierra. Tal es la situación que podría esperarse en la Pampa Húmeda. Sin embargo, otra podría ser la situación en otras regiones, en los tres aspectos identificados. Comenzando con el último aspecto, una profundización en la demanda de soja podría conllevar a una mayor deforestación (ver sección ambiental), fenómeno éste que ya viene produciéndose a partir de los valores alcanzados por este cultivo. El cambio podría ser más positivo, aunque no tan relevante, en materia de nuevos cultivos. En este sentido, una serie de proyectos se orientan a la obtención de biocombustibles a partir de cultivos no tradicionales, por ejemplo, entre otros el lanzado por la FAA-UTN en Córdoba (ver capítulo VIII).

Finalmente, otro aspecto que no debe ser desestimado se relaciona con el efecto en el alza de los arrendamientos que generan los mayores precios en el sector agrícola. En este escenario, las empresas agrícolas, en pos de mantener su nivel de competitividad, deben intensificarse (en lugar de bregar por la expansión horizontal). Sin embargo, independientemente del tipo de intensificación elegido (riego, generación de biomasa, inter-siembra o especialidades), la misma impone mayores costos lo cual puede influir en la permanencia de pequeños y medianos agricultores.

---

<sup>60</sup> En este caso, el total asciende a 9 978 961 hectáreas.



## V. Eje económico-social

El desarrollo del sector de biocombustibles tendrá, sin lugar a dudas, una fuerte incidencia tanto en la economía del país como en la trama social rural. Desde el punto de vista económico, esta nueva industria generará mayores ingresos de divisas, a la vez que permitirá una mayor diversificación de ingresos para los empresarios del sector. Quienes hoy se encuentran invirtiendo en el sector están pensando en abastecer los mercados externos, y sólo marginalmente destinar algún remanente al mercado local.

Sin embargo, lo anterior no impide el surgimiento de proyectos a pequeña y mediana escala, los cuales pueden ser rentables en determinadas regiones del país (básicamente, aquellas más alejadas de los puertos). Tampoco puede desestimarse la potencialidad que implica el desarrollo de los biocombustibles sobre la base de cultivos no tradicionales, como puede estar demostrando el proyecto llevado adelante por la Federación Agraria Argentina en Córdoba. Lo mismo podría decirse respecto a las propuestas de desarrollar biocombustibles a partir del aprovechamiento de las algas, proyecto que está siendo analizado por la empresa Biofuels conjuntamente con la Provincia del Chubut. Si estos tipos de proyectos finalmente se muestran factibles desde lo económico, existe un potencial enorme para la Argentina.

La posibilidad de desarrollar proyectos integrados (a fin de obtener tanto energía como alimentos) también genera expectativas en materia económico-social. Este tipo de proyecto trata de aprovechar los cultivos para la producción de biocombustibles, más allá de la obtención de los productos y subproductos tradicionales (por ej., aceite, *pellets* y glicerol, en el caso de la producción de biodiesel). Si además de extraer el aceite contenido en la soja, estos proyectos aprovechan el resto de la semilla (rica en proteínas) para la elaboración de alimentos balanceados podría también darse una integración hacia la producción de carnes y lácteos. Algo similar puede ocurrir con el aprovechamiento de los granos desecados o desecados solubles de maíz (DDG o DDGS) luego de obtener biocombustibles (etanol) y/o aceite.

Lo anterior no sólo implica la posibilidad de impulsar nuevos mercados en el exterior (ver a continuación), sino que también podría ayudar al logro de una mayor autonomía en ciertas regiones del país. Esto es lo que podría ocurrir con el noroeste argentino (NOA), región donde el cultivo de soja se ha expandido en los últimos años y que espera “la señal de largada” para comenzar a producir biocombustibles. En este sentido, el desarrollo de proyectos integrados permitiría a la región disminuir su dependencia en materia alimenticia: mientras el NOA produce

entre un 4% y un 7% de las carnes rojas de la Argentina, la misma consume el 8%, lo cual explica las 116 mil toneladas de carne anuales que debe importar de otras regiones del país (alrededor de \$ 230 millones). Sin lugar a dudas, el desarrollo de este tipo de proyecto también implica la profundización de un esquema de producción ganadera más intensivo. Si a lo anterior le sumamos las nuevas fuentes de trabajo que podrían generarse, la concreción de este tipo de proyecto puede evaluarse como sumamente beneficiosa.

Sin embargo, cabe recordar la necesidad de evaluar y considerar los riesgos asociados a una eventual profundización de la especialización agrícola y la producción de biocombustibles en base a soja. Esto resulta altamente probable en la medida que la mayoría de las plantas proyectadas plantean producir biocombustible en base a dicha oleaginosa<sup>61</sup>.

## A. Empleo

En lo que se refiere a generación de empleos, la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH) supone que esta industria estaría creando unos 70 mil nuevos puestos de trabajos (directos e indirectos) en el futuro inmediato. Para la SAGPyA el efecto sería mucho menor: la producción de biocombustibles podría emplear (directa e indirectamente) a unas 25 000 personas. La demanda de personal abarcaría personal calificado (profesionales y técnicos) y no calificado, siendo las provincias más favorecidas, las de Tucumán (por la ampliación de los ingenios para producción de etanol) y Santa Fe (plantas de producción de biodiesel para la exportación).

Si consideramos los puestos de trabajo que surgen con el nuevo proceso industrial que implica la producción de los biocombustibles, tales números parecen algo exagerados. Considérese por ejemplo que la reciente inauguración de la planta de Vicentin-Glencore generará sólo unos 40 empleos directos (a lo que podría sumarse un número importante de mano de obra indirecta), y ésta es una de las plantas más importantes en diseño u operación. Siendo benévolo y suponiendo que la media empleada por planta alcanza a unas 50 personas, si finalmente se concretan todos los proyectos en carpeta (alrededor de 26), el total de empleos directos generados por el sector alcanzaría a unas 1 300 personas. A este total habría que agregar aquellas personas empleadas en aquellos otros establecimientos de menor envergadura. Por otra parte, considerando al sector en forma amplia, al total anterior debería agregarse aquellas personas empleadas en empresas prestadoras de servicios (por ejemplo, las empresas constructoras de plantas “llave en mano”), lo cual involucra un universo de empleados con mayor especialización, y por ende, mejor remunerados. Cabe aclarar que, en los números considerados, no se incluye al personal agrícola adicional que podría generarse con una mayor demanda de materias primas agrícolas locales (peones de campo, jornaleros, capataces, etc.). Tampoco se tuvieron en cuenta los empleos indirectos que podrían generar los proyectos integrados (energía + alimentos). Tampoco se consideran los empleos en I+D que, aunque aún marginales, podría tener cierto impacto para la actividad de innovación.

Si tomamos el caso del etanol en EE.UU., la industria está generando actualmente alrededor de 200 mil empleos (directos + indirectos), calculando esta cifra en base a la relación de un empleo directo por cada 3 millones de litros / año de capacidad instalada (Vergagni, 2006).

---

<sup>61</sup> Sin embargo, el impacto agrícola local de la producción de biodiesel en base a soja no debe ser dado por cierto y debe evaluarse. Como ya se mencionó, las empresas podrían –como han hecho recientemente para expandir su producción de aceite- aumentar la disponibilidad de materias primas vía la importación de soja de otros países, lo cual llevaría a la necesidad de considerar los impactos regionales del desarrollo de los biocombustibles y no ya sólo los locales.

Por otra parte, en los últimos años el desarrollo del sector agropecuario ha venido asociado a una reducción sostenida en la población económicamente activa (Gilberto, 2003; Castro y Reboratti, 2007<sup>62</sup>), como asimismo, a una disminución en la calidad del trabajo a partir de la creciente flexibilidad del mercado [de trabajo] en este sector (Baudron y Gerardo, 2003<sup>63</sup>).

## B. Impacto en los ingresos de la población

Como se mencionó en la introducción, uno de los principales temores generados por el *boom* de los biocombustibles a escala internacional se asocia con el incremento en el precio de los alimentos que éste puede generar. Según el Instituto Internacional de Políticas de Alimentos, el precio de la canasta básica podrá aumentar entre un 20% y un 33% hasta el 2010, y de 26% a 135% hasta el 2020. Si consideramos que el consumo calórico declina cuando los precios de los alimentos suben, la seguridad alimentaria de millones de personas puede estar en peligro. En este sentido, si las predicciones resultan válidas, 1 200 millones de personas podrían pasar a catalogarse como crónicamente hambrientas para el 2025, duplicando las estimaciones previas (Runge & Senauer, 2007).

En qué medida este tipo de predicciones se cumplirán y cómo el fenómeno afectará a países como la Argentina, todavía no resulta claro. La utilización de la soja como materia prima para la elaboración de biodiesel no generaría, en principio, mayores traumatismos en los precios de los alimentos consumidos por la población local: actualmente, solo un porcentaje ínfimo del cultivo y sus derivados se destinan al mercado interno. El problema podría surgir si otros fueran los cultivos utilizados como insumos por la industria de biocombustibles (por ejemplo, maíz). Sin embargo, la problemática podría surgir de manera indirecta, si se observa un incremento en el precio internacional de los principales granos utilizados como insumos por la industria alimenticia.

Un impacto diferencial es el que puede generarse en los casos de producción para autoconsumo. Si el biocombustible se produce a costos competitivos (principalmente, biodiesel para tareas agrícolas), sin duda esto repercutirá favorablemente en los ingresos de la población.

## C. Impacto sobre ingresos fiscales

La obtención de importantes ingresos fiscales a partir de impuestos o “retenciones” (como se las llama localmente) sobre las exportaciones resulta uno de los aspectos centrales de la nueva política económica implementada en Argentina a partir del año 2002. Por esta vía, con la última cosecha el campo aportó al fisco unos US\$ 4 150 millones los cuales, a partir de los últimos aumentos en las retenciones recientemente anunciados, podrían llegar a un valor de US\$ 7 400 en la presente campaña. Dada la estructura agro-exportadora argentina donde se destacan las oleaginosas (principalmente la soja), la mayor parte de estos ingresos extraordinarios (retenciones) se asocian con el producido por la venta de dicho producto. Para los productores, los biocombustibles permitirían no sólo obtener mejores precios sino que también les generaría mayores ingresos, por mostrar menores niveles de tributación.

Restaría por evaluar el impacto fiscal neto del sector una vez que se definan los precios de transferencia y la cantidad de plantas que recibirán subsidios (exenciones en impuestos

---

<sup>62</sup> La población rural viene descendiendo desde el año 1947, cuando llegó a totalizar 6 millones de personas. Al año 2001, ésta alcanzaba los 3,95 millones, mayormente concentrados en las regiones pampeana (1,48 millones) y noroeste (1,07 millones).

<sup>63</sup> Para estos autores, flexibilidad equivale a precarización.

provinciales y nacionales). En definitiva, las actividades de los productores orientados a la exportación aumentan los ingresos fiscales mientras que aquéllos orientados a cubrir el cupo del mercado interno los reducirán en función de los subsidios que reciban (exenciones impositivas) de acuerdo a lo establecido por la ley de biocombustibles.

## D. Impacto en la balanza comercial

Históricamente, el sector agrícola ha sido la mayor fuente de divisas externas para el país. Sorpresivamente, a partir de la década pasada las exportaciones originadas en el sector energético ganaron protagonismo, fortaleciendo el rol del sector primario como principal fuente de ingresos.

Hasta el momento, el desarrollo del sector en Argentina está extremadamente ligado al mercado externo, fundamentalmente en lo que hace al biodiesel. Como se detalla en secciones posteriores, la mayoría de los proyectos en funcionamiento o en fase de evaluación/construcción tienen a los mercados externos como su principal fuente de negocios. Desde esta perspectiva, cuando el complejo productivo opere a plena capacidad es de esperarse un fuerte ingreso de divisas fruto de la venta de biocombustibles. Pero también, en la medida en que se cumplan los requisitos de corte en el mercado interno, la disponibilidad de biodiesel generará menores necesidades de importaciones (en especial, de fuel oil proveniente de Venezuela). Lamentablemente la situación será otra en materia de combustibles tradicionales, sector sobre el que recayó parte del superávit observado en la balanza comercial en los últimos tiempos. Si la tendencia declinante en materia de reservas continúa su marcha como lo sostienen diversos analistas, el país pronto se convertirá en importador neto de combustibles

En el plano agroindustrial, la producción/exportación de biodiesel podría generar una caída en la exportación de aceite de soja o de porotos de soja, dado que éstos se utilizan como insumo en la producción del combustible. Sin embargo, cabe mencionar que en vista de las ampliaciones recientes en la capacidad de producción de aceite que en parte resulta ociosa, no está claro hasta qué punto el aumento en la producción de biodiesel requerirá una reducción en las exportaciones de aceites (que podrían incluso mantenerse). Es importante recordar también que Argentina realiza crecientes importaciones de soja de Paraguay y Bolivia para suplir el déficit de materias primas para la obtención de aceites.

Aún si se redujeran las exportaciones de porotos de soja o de aceite de soja, cabría observar que desde la perspectiva de la estructura de las exportaciones esto puede representar un avance, dado que se ofrecen productos con mayor grado de industrialización.

Por otra parte, en términos comerciales la ecuación resulta favorable en la medida en que el precio del biodiesel supere al obtenido por el aceite.

Finalmente, es de notar que para las empresas la ecuación también resulta ampliamente favorable, dados los menores impuestos a la exportación (retenciones) a las que estarían sujetas las ventas externas de biocombustibles: con una retención del 5% para estos últimos, el diferencial en relación al poroto y el aceite de soja resulta de entre 27% y 30% luego de los últimos aumentos en las retenciones. Más aún, en un contexto donde el precio del aceite de soja ha crecido considerablemente y ha incluso superado recientemente al del biodiesel, se ha notado que la vigencia de mayores retenciones sobre las materias primas en el mercado local puede volver rentable (y constituir una suerte de subsidio) a la producción de biocombustibles, ya que se accedería a las materias primas en el mercado local con un 30% de descuento<sup>64</sup>. En paralelo, se destaca, la contracara de esta competitividad y del aprovechamiento de materias primas locales

<sup>64</sup> J.M.Garzón: “Una Coyuntura complicada para la industria del biodiesel”, Diario La Nación, 9/2/2008.



para la exportación de biodiesel es la pérdida de recursos fiscales para el gobierno (en vista de que se exporta biodiesel en lugar de aceites, con un precio menor y una tasa de retención más baja) –pérdida estimada entre US\$ 300 y 1000 millones.

**CUADRO 19**  
**RETENCIONES, COMO PORCENTAJE DEL VALOR EXPORTADO (AÑO 2007)**

Nivel de retención	Poroto de soja	Aceite y Harina de soja	Girasol	Aceite y Harina de Girasol	Trigo	Maíz
Previo <sup>a</sup>	27.5	24.0	23.5	20.0	20.0	20.0
Actual	35.0	32.0	32.0	30.0	28.0	25.0

Fuente: Elaboración propia

<sup>a</sup> En el caso de la soja, las retenciones ya habían sido incrementadas a principios de año. Para el caso del grano, el tributo aumentó del 23.5% al 27,5%, mientras que para las harinas y aceites se pasó del 20% al 24%.

Asimismo, cabe notar que las exportaciones de biocombustibles en base a cultivos no tradicionales no estarían sujetas a retenciones (impuesto que si afecta a los combustibles tradicionales<sup>65</sup>). Más aún, aquellas ventas que se despachen de puertos patagónicos podrían acogerse al esquema preferencial de otorgamiento de beneficios a la exportación (puertos patagónicos).

Pero, independientemente de las ventajas fiscales, el *boom* del biodiesel ya es un hecho. Considerando las habilitaciones recientes, y las construcciones previstas, la Argentina pasará a tener una capacidad instalada de 4 millones de toneladas-año. Si se recuerda que, a nivel mundial, existe una capacidad de producción anual de 6 millones de toneladas<sup>66</sup>, puede visualizarse rápidamente el rol clave que jugará Argentina en los mercados externos en un futuro próximo. El mercado mundial de biodiesel involucra actualmente unos US\$ 15 mil millones, cifra que podría triplicarse para el año 2015 (ADNMUNDO.COM - *Newsletter* Semanal N° 47). Las inversiones en la Argentina están dirigidas a cubrir una parte importante de la demanda internacional esperada.

Según lo informado por la SAGPyA, en el período abril-agosto de 2007 se exportaron biocombustibles por un valor de US\$ 35 millones. El principal destino ha sido el mercado europeo (la Unión Europea recibió un 86% del total)<sup>67</sup>. Vicentin fue uno de los primeros, entre los grandes jugadores, en exportar biodiesel –específicamente, ha exportado 14 000 ton con destino Alemania. La recientemente inaugurada planta de Ecofuel, por su parte, se encuentra por realizar su primera carga de exportación con destino a EE.UU. (5 000 ton).

Es de notar que adicionalmente a los ingresos por la venta de biocombustibles, un aprovechamiento integral podría generar un incremento significativo en las ventas al exterior de alimentos (Vilella, 2006). Lo anterior se asocia a los proyectos integrados (energía + alimentos). Así, no sólo se aprovecharía el componente de aceite que compone la soja (20%), sino también el 80% restante podría ser aprovechado para la nutrición de animales, como también, para el desarrollo de un mercado de carnes y lácteos. Según este autor, la Argentina podría aumentar sus ventas al exterior en US\$ 8 100 millones bajo este concepto. Del mismo modo, la mayor disponibilidad de glicerina (subproducto en el proceso de obtención de biodiesel) podría generar nuevas fuentes de divisas.

<sup>65</sup> Recientemente el gobierno nacional decidió incrementar las retenciones a los combustibles (Resolución 394/07). A partir del 16 de Noviembre del 2007, por cada barril de crudo exportado, el vendedor recibirá US\$ 42. Así, si el petróleo cotiza a US\$ 62 en el mercado internacional, el exportador pagará US\$ 20 al Estado por derechos de retención. Del mismo modo, si el barril sube a US\$ 102, la retención sube automáticamente a US\$ 60.

<sup>66</sup> Los datos corresponden al año 2004 (Fuente: European Biodiesel Board). La UE es la región donde se localiza la mayor parte de dicha capacidad, siendo Alemania el principal productor (2,6 millones de toneladas).

<sup>67</sup> Según consigna Adnmundo.com, el resto fue vendido a Norteamérica (6 200 TON), Australia (25 Ton) y Paraguay (131 Ton).

En lo que respecta al etanol, si bien las posibilidades inmediatas de exportación parecen más reducidas en comparación con las originadas en el biodiesel, diferentes anuncios de empresarios del noroeste sugieren que es muy probable que pronto comiencen a producir etanol en base a la caña de azúcar con destino a la exportación, principalmente al mercado norteamericano (vía los puertos del norte de Chile). La producción destinada al mercado interno también podría liberar naftas para la exportación, mercado este ampliamente buscado por el diferencial de precios que supone colocar el producto fronteras afuera (*vis-à-vis* los precios internos regulados).

## VI. Eje ambiental

Según la creciente literatura disponible sobre los impactos ambientales de la producción de biocombustibles (que tiene particular foco en los biocombustibles de primera generación), los siguientes son los más relevantes y considerados habitualmente:

- Efectos sobre la biodiversidad y sobre ecosistemas únicos o frágiles (por ej., debido a la deforestación).
- Efectos de degradación de suelos.
- Efectos sobre las emisiones globales de gases de efecto invernadero a lo largo de todo su ciclo de vida.
- Otras emisiones y efectos ambientales locales (por ej., contaminación por agroquímicos, emisiones atmosféricas).

Mayormente, la consideración del impacto ambiental de los biocombustibles en el caso argentino se ha concentrado en la producción de biodiesel en base a soja, posiblemente dada la mayor disponibilidad de información y el mayor interés en vista del desarrollo reciente de este segmento productivo. Sin embargo, también es importante tomar en cuenta el impacto ambiental de la producción de etanol en base a caña de azúcar y de maíz. Para el primer caso se dispone de alguna información parcial, mientras que para el segundo no hay datos por el momento. Es por ello que a efectos de tener una visión general, se presentan algunos estudios internacionales que comparan el impacto ambiental relativo (en base a diferentes criterios/efectos) de los distintos tipos de biocombustibles y materias primas.

### A. Indicadores de sostenibilidad y su creciente importancia

Varios años después del establecimiento de regulaciones para el uso obligatorio de biocombustibles mezclados con los combustibles fósiles, diversos países desarrollados están actualmente encarando la cuestión de cómo minimizar el impacto ambiental que pudiera generar la producción de biocombustibles destinada a cubrir el corte obligatorio establecido (por ejemplo, en la Unión Europea, en Suiza, etc.) (OECD, 2007). Esto hace tanto a los impactos ambientales locales como a los efectos ambientales generados en los países exportadores de biocombustibles. En especial, cabe destacar el debate europeo donde ya se está especificando la necesidad de diferenciar los subsidios otorgados a la producción local o a la importación de biocombustibles según su impacto ambiental (Zah y otros, 2007; OECD, 2007). Incipientemente, este debate

también se está incorporando en EE.UU. (WRI, 2007). Para ello, tanto los gobiernos como las ONGs están estudiando y proponiendo el uso de indicadores de sostenibilidad (por ej., en términos de requisitos mínimos de mejora de indicadores tales como balance de carbono, emisiones de GEI y balance energético con respecto a los combustibles fósiles que sustituyen) para asegurarse de que el creciente uso de biocombustibles no profundice o genere nuevos problemas ambientales (Fritsche y otros, 2005; Zah y otros, 2007; OECD, 2007; Greenpeace, 2007). Si bien esto podría abrir la puerta a un uso político de los requisitos ambientales para discriminar entre importaciones de diferente origen (y aumentar las barreras a la importación de biocombustibles en los mercados de países desarrollados) (WRI, 2007; OECD, 2007), también es cierto que –de basarse en estándares internacionalmente acordados– pueden marcar una tendencia al logro de políticas legítimas de sustentabilidad que debe seguirse muy de cerca. Desde esta perspectiva es que algunos analistas sostienen que resulta urgente la discusión de normas/estándares internacionales para medir la sostenibilidad de los biocombustibles en el marco de la OMC, a fin de limitar el espacio para el establecimiento injustificado de barreras al comercio (OECD, 2007). La creciente importancia de este debate queda ilustrada por la aprobación reciente (el 17 de diciembre de 2008) por parte del Parlamento Europeo de una propuesta de Directiva relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables donde se destaca que los requisitos de mezcla mínima deberán obligatoriamente satisfacerse con biocombustibles que cumplan con una serie de criterios de sostenibilidad a establecerse en relación a dicha directiva<sup>68</sup>. Ya en octubre, el Parlamento Europeo había propuesto criterios de sostenibilidad concentrados en tres frentes: reducción mínima de emisiones de gases de efecto invernadero; cumplimiento de criterios sociales; y empleo de tecnologías de segunda generación (que utilicen materias primas que no compitan con usos alimentarios). El sector privado argentino parece empezar a reaccionar favorablemente a estas tendencias, tal como sugiere la propuesta de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) para la creación de un sistema de Agricultura Certificada. A estos efectos ya ha presentado un manual de buenas prácticas agrícolas y un protocolo de agricultura certificada. Estos serían dos pasos en la buena dirección para evaluar y –eventualmente– probar la sustentabilidad de la producción agrícola local. El manual de buenas prácticas se basa en la consideración de cinco prácticas clave: siembra directa, rotación de cultivos, manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades, nutrición estratégica, manejo eficiente y responsable de agroquímicos.

Para evaluar el impacto ambiental de los biocombustibles, por ejemplo, en comparación con los combustibles fósiles o con biocombustibles obtenidos de otras materias primas, suelen emplearse varios tipos de indicadores. Algunos de ellos son presentados a continuación en orden decreciente de exhaustividad en el tratamiento de impactos ambientales.

## 1. Análisis de ciclo de vida

En primer lugar, la medida más completa para evaluar el impacto ambiental neto de los biocombustibles es el análisis de ciclo de vida (ACV) que puede abarcar uno, varios o todos los impactos ambientales. El ACV es una herramienta que permite evaluar los aspectos e impactos ambientales de un producto “desde la cuna hasta la tumba”, es decir desde la obtención de materias primas, pasando por las fases de producción, consumo, tratamiento, y reciclado y hasta la disposición final. Nótese que los impactos económicos y sociales quedan excluidos del análisis. Por su complejidad y gran especificidad no se dispone de mucha información empírica de este tipo que cubra todos los impactos relevantes. Panichelli (2006) presenta un ACV de la obtención de biodiesel (B100) en base a soja en Argentina (para la exportación a Suiza) en comparación con

---

<sup>68</sup> Ver documento COM(2008)0019 – C6-0046/2008 – 2008/0016(COD) disponible en la página web del Parlamento Europeo: <http://www.europarl.europa.eu>.

el correspondiente a cuatro opciones alternativas: B100 obtenido en base a soja en EE.UU. y Brasil y el producido en base a colza en Suiza y en la Unión Europea. El análisis se realizó tomando en cuenta sólo dos aspectos ambientales: las emisiones de gases de efecto invernadero y la demanda de energía no renovable (por ejemplo, los impactos relacionados con otras emisiones atmosféricas o al agua no fueron medidos). Los resultados comparativos (desvíos tomando la producción argentina como parámetro) se presentan a continuación para los dos indicadores empleados (véase cuadro 20). Como resultado se obtuvo que sólo en el caso del biodiesel obtenido en EE.UU. en base a soja el impacto ambiental sería menor.

**CUADRO 20**  
**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA - BIODIESEL OBTENIDO EN DIFERENTES PAÍSES.**  
**EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y DEMANDA DE ENERGÍA**  
*(Desvíos porcentuales con respecto a los indicadores para la producción argentina)*

Origen del B100	Demanda de energía no renovable %	Gases de efecto Invernadero* %
EE.UU. (soja)	-43,57	-15,71
Brasil (soja)	136,55	189,98
Unión Europea (colza)	89,66	101,62
Suiza (colza)	21,12	29,28
Argentina (soja)	0	0

Fuente: Panichelli (2006)

\* Se tomaron en cuenta las emisiones de NOx y de CO2 (incluyendo las resultantes de la deforestación)

Lo que destaca este análisis es que la fase de mayor relevancia para el impacto ambiental global es la etapa agrícola. En este sentido, el autor hace una comparación puntual del caso argentino con cada una de las alternativas. Con respecto a los EE.UU. la diferencia surge por los mayores rendimientos productivos en dicho país, por el menor requerimiento de combustibles y agroquímicos y las menores distancias que se recorren para el transporte de insumos y productos. Esto resulta en menores impactos netos en EE.UU. pese a que el consumo de fertilizantes es mayor que en Argentina. En comparación con Brasil se menciona que si bien el consumo de combustible en la fase agrícola y el uso de fertilizantes son menores en dicho país en comparación con Argentina, se obtiene un mayor impacto ambiental en el caso brasileño debido a que tanto las distancias recorridas para el transporte de insumos y productos y como las emisiones asociadas a la deforestación son mayores en dicho país. En los casos de biodiesel de colza en Europa, el mayor impacto ambiental en comparación con el caso argentino se explica por el menor rendimiento en materia prima (colza), así como el mayor uso de fertilizantes y pesticidas y la escasa aplicación de siembra directa.

## 2. Balance energético

Un segundo indicador habitualmente utilizado es el balance energético, que suele expresarse en términos del ratio de las unidades de energía obtenidas (en el biocombustible) sobre las unidades de energía empleadas para producirlas. Claramente, toda medida de balance energético inferior a uno sería poco eficiente y cuanto más elevado sea el indicador más eficiente resultaría el biocombustible. Desde esta perspectiva, puede obtenerse el siguiente *ranking* de biocombustibles obtenidos en base a diferentes materias primas en función de su balance de energía fósil (véase cuadro 21).

Estos datos destacan que los biocombustibles tienen una elevada eficiencia energética si se obtienen en base a cultivos tropicales (aceite de palma y caña de azúcar) o a residuos de aceite. En contraste, en el caso de los cultivos templados tradicionales (trigo, remolacha, y maíz), el indicador de eficiencia energética presenta valores mucho más bajos. De todos modos, cabe

destacar que estos indicadores tienden a variar según la localización (en función de la productividad del suelo, el clima y las prácticas agrícolas e industriales empleadas –que determinan los niveles de emisión en los procesos-). El trabajo arriba citado, si bien basa estos valores estimados en varios estudios provenientes de diversas regiones del mundo, no ofrece datos específicos por biocombustible, materia prima y región de implantación.

**CUADRO 21**  
**ORIGEN Y BALANCE ENERGÉTICO DE DIVERSOS COMBUSTIBLES**  
(Ratio entre unidades de energía obtenidas y aquéllas empleadas en la producción)

Tipo de combustible	Origen – materia prima	Balance energético
Biodiesel	Aceite de palma	~9
Etanol	Caña de azúcar	~8
Biodiesel	Aceite usado	5-6
Biodiesel	Soja	~3
Biodiesel	Colza – UE	~2,5
Etanol	Trigo ó remolacha	~2
Etanol	Maíz	~1,5
Diesel	Petróleo	0,8-0,9
Nafta	Petróleo	0,8

Fuente: Greenpeace (2007).

Medir adecuadamente el balance energético requiere un análisis de ciclo de vida y depende en buena medida del lugar de implantación, del cultivo energético empleado, de las tecnologías agrícolas e industriales empleadas, etc. Por ello, muchas veces, por simplicidad y falta de información el balance energético sólo es medido en términos de la generación de energía versus el consumo de combustible fósil.

Otras medidas utilizadas para este indicador hacen foco en la cantidad de combustible obtenido en términos netos, es decir descontando el combustible empleado para producir las materias primas (tal como se presentó en el cuadro 14 anteriormente). Según datos publicados por la Secretaría de Agricultura para el biodiesel, el balance es muy favorable para cultivos como la jatropha, el ricino, la colza y menor en el caso del girasol y la soja. Esto se debe básicamente al alto rendimiento en aceite de los primeros.

### 3. Emisiones de gases de efecto invernadero

El tercer indicador de impacto ambiental utilizado se relaciona con las emisiones netas de gases de efecto invernadero. En algunos casos el indicador se mide para todo el ciclo de vida incluyendo el consumo (como se mencionó anteriormente), y en otros sólo se estudian las fases agrícola e industrial.

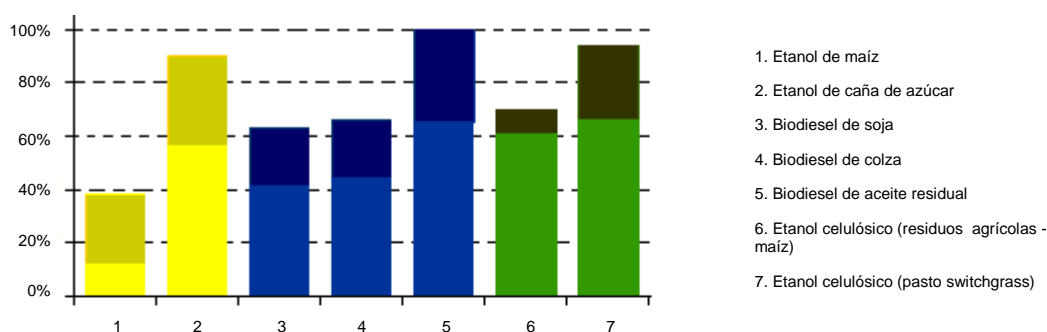
#### *Ventajas potenciales y beneficios en el marco del MDL*

Varios países en desarrollo cuentan entre los beneficios asociados a los biocombustibles a aquéllos ingresos adicionales que podrían generarse por la obtención y venta de “bonos de carbono” (es decir CERs –*certified emission reductions*–, o certificados por emisiones de gases de efecto invernadero reducidas) en el marco del Mecanismo para un Desarrollo más Limpio del Protocolo de Kyoto. Hasta el momento no se ha registrado ningún proyecto de este tipo (es decir ningún proyecto MDL ha sido aprobado de modo de generar bonos de carbono por la incorporación de biocombustibles). Sin embargo, ya se ha aprobado una metodología de gran escala, y una metodología estándar de pequeña escala también está disponible a tal fin. Asimismo, la Junta Ejecutiva del MDL ha establecido algunas directivas para que los proyectos

de biocombustibles sean admisibles. Estas, en particular, destacan la necesidad de que ni el proyecto –ni ningún otro emprendimiento del proponente del proyecto- se orienten a la exportación. En caso contrario, y ante la posibilidad de que los biocombustibles generados por el proyecto sean exportados hacia países desarrollados existiría el riesgo de “doble conteo” de reducción de emisiones. Es así que el MDL favorece sobre todo proyectos orientados al autoconsumo o al consumo en el mercado interno. En este marco, ya se han presentado dos proyectos de pequeña escala basados en Argentina. Actualmente están en etapa de validación (la etapa de evaluación y verificación previa al registro del proyecto por parte de la Junta Ejecutiva del MDL).

**GRÁFICO 20**  
**BIOCOMBUSTIBLES - REDUCCIÓN PORCENTUAL EN LAS EMISIONES DE GEI**  
**EN EL CICLO DE VIDA**

*(Color claro indica estimaciones de mínima y el color oscuro las de máxima)*



Fuente: Childs & Bradley (2007).

Nota: Las emisiones asociadas al bioetanol se comparan con las de la gasolina; las del biodiesel con las del gasoil.

En cuanto al biogás, cabe destacar que pese a que su desarrollo, aprovechamiento y promoción no están explícitamente considerados en las políticas públicas vigentes en Argentina sobre biocombustibles (y por ello casi no ha recibido atención en el presente estudio). En este marco, los actores privados y públicos que han desarrollado proyectos vinculados a su aprovechamiento en el último año lo han hecho, en buena medida, como respuesta a la crisis energética que está enfrentando el país. En particular, desde el año 2006 se ha comenzado a realizar el aprovechamiento energético del biogás captado en rellenos sanitarios en Argentina, en el marco de proyectos MDL para la reducción de emisiones de metano. Así se generan CERs no sólo por el metano captado (no emitido) sino también por la generación de energía “más limpia”. Tal es el caso de los proyectos Relleno Norte III (Buenos Aires) y de Puente Gallego (Rosario). Notoriamente, esto marcaría una diferencia interesante en acceso a este tipo de financiamiento (es decir, al financiamiento de carbono) de los proyectos asociados a biodiesel y bioetanol versus aquéllos orientados a los de biogás, a favor de estos últimos.

#### 4. Otras emisiones

Indudablemente, los biocombustibles contribuyen en general a reducir las emisiones atmosféricas asociadas al transporte. Por ejemplo, se estima que empleando biodiesel en vez de gasoil, las emisiones del escape pueden reducirse hasta en un 46% en el caso del monóxido de carbono (CO), un 68% en el caso del material particulado (PM10), una reducción del 37% en los hidrocarburos totales, una reducción total en los óxidos de azufre (SOx) pero un aumento del 9% en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) (Lacoste, 2006). En cambio, en términos netos y a

lo largo del ciclo de vida, el autor destacó que incluso utilizado en forma pura (B100) las reducciones de emisiones serían mucho menores: del 35% para el CO, del 32% en el caso del PM10, un aumento del 36% en las emisiones de hidrocarburos totales, una reducción del 8% en SOx y un aumento del 13% en el caso de NOx.

Utilizando una metodología de ACV similar y la misma base de datos empleada por Panichelli (2006), pero haciendo el análisis extensivo a otros biocombustibles y otros indicadores ambientales adicionales (que permiten, por ejemplo, calcular índices de sustentabilidad de los biocombustibles), Zah y otros (2007) elaboraron un ranking de biocombustibles según su tipo, materia prima y origen. Este análisis reveló que los impactos globales y locales no están alineados en el sentido de que algunos biocombustibles y materias primas presentan altos beneficios globales (reducción de GEI) pero también altos costos locales (impacto ambiental en otros aspectos en comparación con los combustibles fósiles tradicionales). En general, casi todos los biocombustibles (con excepción del biodiesel obtenido en base a aceite de soja en Brasil) producen menores emisiones de gases de efecto invernadero que el combustible fósil que reemplazan. Por ejemplo, el etanol de caña de azúcar producido en Brasil permite reducir las emisiones de efecto invernadero en un 65% comparado con la gasolina. El biodiesel obtenido en Europa (en base a aceite vegetal reciclado) disminuye estas emisiones hasta un 70%, mientras que el proveniente de EE.UU. (y elaborado en base a soja) lo hace en un 45%. Por su parte, el biodiesel de aceite de palma proveniente de Malasia las reduce en un 40%. En contraste, sólo aquéllos biocombustibles obtenidos en base al aprovechamiento de residuos (por ej., el biodiesel producido con aceite reciclado; o bien el biogás obtenido a partir del estiércol o de barros cloacales) o con tecnologías de segunda generación (en particular, en biorefinerías, a partir de la gasificación de madera o el etanol celulósico) resultaron de menor impacto ambiental global que los combustibles fósiles que buscan reemplazar. Esto significa que algunos biocombustibles ampliamente difundidos obtienen una “mala calificación” ambiental en general. Por ejemplo, el indicador de impacto ambiental general para el etanol de caña de azúcar producido en Brasil (uno de los de menor impacto ambiental entre los biocombustibles de primera generación) es un 30% superior al de la gasolina, para el biodiesel producido en EE.UU. en base a soja supera el del gasoil en un 80%, para el etanol de maíz producido en EE.UU. es alrededor de un 170% superior al de la gasolina. El indicador para el biodiesel de soja obtenido en Brasil también muestra un impacto de alrededor de un 170% superior al del gasoil.

Esto refleja el interés de los indicadores de sustentabilidad desde el punto de vista de las políticas locales, regionales y nacionales. Lamentablemente estos no han sido incluidos entre los criterios para la selección de proyectos a ser aprobados en el marco del régimen establecido por la ley de biocombustibles en Argentina.

## **B. Impacto sobre el patrimonio natural**

En lo que sigue se considerarán los diferentes impactos sobre el patrimonio natural (biodiversidad, bosque nativo, etc.) del (re) ordenamiento territorial que generan los biocombustibles, en particular en ausencia de políticas de ordenamiento del uso del suelo.

Según un informe de Greenpeace (2007), como producto de la expansión de la frontera agrícola, la Argentina pierde unas 250.000 hectáreas de bosques nativos por año. Las regiones que evidencian las mayores tasas de deforestación se ubican en el norte del país. Son el Chaco Seco y Húmedo (fundamentalmente, en las provincias de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Salta, pero también –en menor medida- Santa Fe, Córdoba, La Rioja y Catamarca), la Selva Paranaense (provincia de Misiones) y las Yungas (Salta, Jujuy, Tucumán y en menor medida Catamarca). Este fenómeno –sobre todo en el caso de las Yungas y del Chaco- se encuentra



asociado, sobre todo, al desarrollo de la producción de soja en estas regiones. Esto es confirmado por dos informes recientes de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Primeramente, la deforestación durante el período 1998-2002 en Argentina ha sido estimada en un promedio de 230.000 ha por año (SAYDS, 2007). Por otra parte, las estimaciones preliminares de deforestación realizadas por dicho organismo para el período 2002-2006 indican un mantenimiento o una aceleración del ritmo de deforestación: el total deforestado en el período 1998-2002 ascendió a 938.000 ha mientras que los resultados parciales para el período 2002-2006 indican una pérdida de 1.356.000 ha de bosque nativo. En ambos casos, un 80% de la superficie deforestada se ubica en las provincias de Chaco, Córdoba, Salta y Santiago del Estero y dicho proceso se asocia mayormente a la expansión del cultivo de soja (SAYDS, 2008).

Cabe notar que en Salta, Jujuy y Tucumán el avance de la frontera agrícola también puede asociarse –aunque en menor medida por el momento- con la expansión del cultivo de caña de azúcar. De avanzar la producción de etanol en base a esta materia prima y de no mediar una política activa de ordenamiento del uso del suelo, esto significará una mayor presión sobre el bosque nativo.

En este marco, diversas ONGs ambientales han auspiciado un proyecto de ley para detener el desmonte y promover la definición de políticas de uso del suelo. Gracias a la presión de dichas ONGs y de los ciudadanos (las asociaciones reunieron más de 1,5 millón de firmas a favor de la ley) ésta fue finalmente aprobada por el Congreso Nacional en noviembre de 2007. La llamada “ley de bosques” (Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos) suspende los desmontes como mínimo por un año (y como máximo hasta que cada provincia realice un ordenamiento territorial de sus bosques nativos tomando en cuenta diez criterios ecológicos y la necesidad de evitar su pérdida y fragmentación). También establece la obligatoriedad de efectuar estudios de impacto ambiental y audiencias públicas antes de aprobar un desmonte. A último momento (y a fin de vencer la resistencia de algunas provincias del norte), la ley incluyó un fondo de compensación a ser otorgado a las provincias a modo de compensación por las pérdidas económicas ocasionadas por la moratoria en los desmontes. Si bien esta ley es auspiciosa porque puede marcar un cambio de tendencia y evitar una mayor profundización del problema de la deforestación en Argentina, es de imaginar que el establecimiento de políticas de ordenamiento territorial a escala provincial plantea un gran desafío que demandará más de un año. Asimismo, cabe esperar que las provincias que hasta hace poco propiciaban la deforestación para fomentar el desarrollo económico presentarán cierta resistencia a modificar su comportamiento y a limitarlo o regularlo a efectos de proteger el bosque nativo (cuestión que no figuraba como una prioridad en sus agendas<sup>69</sup>).

### C. Impactos ambientales favorables

Como se mencionó anteriormente, en el debate ambiental internacional, los biocombustibles han recibido un considerable apoyo porque pueden reducir en términos netos las emisiones de GEI con respecto a los combustibles fósiles hasta en un 80% según las tecnologías, materias primas y zona de implantación seleccionadas para su obtención. Por otro lado, están recibiendo crecientes críticas desde esta perspectiva, dado que algunas tecnologías y materias primas implican al fin de cuentas un aumento neto en las emisiones de GEI (debido al uso de agroquímicos y a la deforestación que implican).

---

<sup>69</sup> En efecto, en diciembre de 2008 se cumplió un año de la sanción de la mencionada ley pero aún no ha sido reglamentada. Esto implica que la moratoria de un año ha vencido pero que aún no se cuenta con instrumentos (provinciales ni nacionales) de ordenamiento territorial que protejan efectivamente el bosque nativo.

Sin embargo, menos atención ha recibido en el debate internacional y en las políticas que favorecen el desarrollo de biocombustibles en Argentina otras alternativas –como el biogás- que significan la obtención de un biocombustible de bajo costo y buena *performance* ambiental en términos de emisiones de GEI y otros contaminantes y que al mismo tiempo contribuye a reducir otros problemas ambientales de difícil solución. Por ejemplo, la obtención de biogás puede contribuir a eliminar la quema de residuos agrícolas (y sus correspondientes impactos ambientales negativos), y contribuir a reducir el costo del tratamiento de residuos sólidos y semisólidos orgánicos de las ciudades –como los barros cloacales y los residuos urbanos orgánicos-, ambas cuestiones ambientales pendientes –por motivos económicos- en la mayoría de los municipios medianos y pequeños del país.

En el caso argentino, el actual exceso de demanda de energía eléctrica sugiere que, más allá del etanol y del biodiesel, el aprovechamiento energético de la biomasa en general y el biogás en particular revisten especial interés, ya que se emplean para la generación de energía térmica y electricidad (Fritsche y otros, 2005). Además de las limitaciones tecnológicas mencionadas en la introducción (mayormente los biodigestores son de pequeña escala, limitando su competitividad), el aprovechamiento de la biomasa y el biogás para la generación de energía enfrenta otros problemas. En primer lugar, de carácter logístico, para lograr economías de escala en el uso energético de biomasa en calderas (se necesita, por ejemplo de la asociatividad de los productores para el aprovechamiento conjunto de sus residuos agrícolas). En segundo lugar, de incentivos en vista de las débiles señales de precios durante la recuperación económica de los últimos años. En tercer lugar, cabe mencionar la barrera financiera que puede representar la inversión en biodigestores (una tecnología que es mayormente importada en el medio local) para productores de pequeña escala en vista del escaso interés del sector público en fomentar el uso (y contribuir al financiamiento) de esta fuente energética.

## VII. Eje industrial

El avance de la producción de biocombustibles es un paso más en la consolidación del carácter industrial de la cadena agroalimentaria argentina. Sin lugar a dudas, las nuevas posibilidades productivas permiten diversificar la fuente de ingresos de los agricultores y añadir valor adicional a la producción sectorial. Aunque todavía resulta muy temprano para delinear la futura estructura del sector, ya está claro que las empresas comercializadoras y las aceiteras están llamadas a tener un fuerte protagonismo en biodiesel mientras que los ingenios azucareros serán fuertes protagonistas en el mercado de etanol. La mayoría de los proyectos se orientan a los mercados externos, mercado en los que Argentina está predestinada a ser uno de los principales actores.

En lo referente a los aspectos tecnológicos ligados a la regulación de la industria, la reglamentación vigente incluye normas similares a las observadas en los principales mercados de exportación (EE.UU. y UE). Por ejemplo, esto se refleja en la Resolución 1283/2006 de la Secretaría de Energía que establece normas de calidad para los combustibles y biocombustibles.

Los biocombustibles son vistos por el momento mayormente como una posibilidad de diversificar mercados y productos, y en menor medida como una alternativa energética para el abastecimiento del mercado interno. Esto ha generado poco interés por introducir cambios tecnológicos en el parque automotor para adaptarlos a los nuevos combustibles (como ha ocurrido en Brasil con la adopción de la tecnología flex-fuel).

### A. Organización del mercado

Los proyectos de inversión se diferencian, no sólo por el tipo de combustible a introducir (biodiesel o bioetanol), sino también (y fundamentalmente), por el mercado al que el mismo se haya orientado: interno o externo. Estos últimos serán abastecidos por un reducido número de jugadores, con capacidad para invertir en grandes instalaciones y con poder de mercado. En función de ello, es que se espera que este segmento sea copado por grandes firmas pertenecientes a la industria agroalimentaria (básicamente aceiteras) y, en menor medida, por las grandes refinerías. En lo que respecta al mercado interno, la probabilidad que los proyectos sigan adelante no resulta totalmente clara.

Independientemente de lo anterior, se observa actualmente una verdadera “fiebre” por el negocio del biodiesel, el cual atrae inversores de los sectores petroleros, aceiteros, fondos de inversión (locales y extranjeros), inversores extranjeros, como pequeños productores agropecuarios.

En que medida la producción de biodiesel para exportación responde a un esquema integrado todavía resulta incierto. Algunos proyectos sólo añaden una etapa más a la cadena productiva, como por ejemplo, aquellos que provienen de la industria aceitera. Otros ingresan en el extremo energético de la cadena. Por ejemplo, la empresa Rosario Bio Energy planea -al menos en una primera etapa- comprar el aceite de soja a terceros. Por último, algunos prevén un aprovechamiento integral de los cultivos maíz o soja (para obtener alimentos de origen vegetal, energía y productos de la ganadería/lechería), como por ejemplo, el proyecto aún no confirmado de ADECCO Agro.

La producción de biodiesel se inició alrededor del año 2000, cuando los precios relativos del aceite y del gasoil permitían producir el biodiesel con márgenes de ganancias atractivos. Así surgieron varios emprendimientos, que se presentan en el cuadro 22. Los primeros proyectos fueron:

**CUADRO 22**  
**PRIMEROS EMPRENDIMIENTOS PYME PARA LA FABRICACIÓN DE BIODIESEL**

Empresa-Institución	Ubicación	Capacidad instalada aproximada ton/año
Escuela Agropecuaria	Tres Arroyos –Buenos Aires	300
Grutasol SA	Villa Astolfi – Buenos Aires	10 000
Nameco SRL	Villa Bosch – Buenos Aires	120
Química Nova SRL	Caimancito – Jujuy	10 000
Biofe	Esperanza - Santa Fe	10 000
Ricedal SA-Oilfox SA	Chabas - Santa Fe	10 000
Dirección Vialidad	Paraná - Entre Ríos	300

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los emprendimientos iniciales, muchos de los cuales se discontinuaron, se vinculaban con proyectos de pequeña escala, orientados al autoconsumo. En general, las plantas procesaban aceite de soja, con procesos discontinuos, excepto la empresa Biofe, que instaló una planta de procesamiento continua. Esta empresa también procesó grasa proveniente de una industria de cueros, durante un año aproximadamente. Actualmente, se encuentran en operación 11 plantas, lo cual representa una capacidad instalada de más de 200 mil toneladas e inversiones por unos U\$ 35 millones.

**CUADRO 23**  
**PLANTAS PYMES EN OPERACIÓN**

Fábrica	Lugar	Año de inauguración	Capacidad (Tns./año)	Inversión estimada (Millones de US\$)
Bio Madero	Villa Madero, Buenos Aires	2006	30,000	3,0
Vicentin	Avellaneda, Santa Fe	2007	47,250	10,0
Soy Energy	Villa Astolfi, Buenos Aires	2006	32,400	3,0
Empresa Sanluisenseña de Energía Argentina	Villa Mercedes, San Luis	2007	30,000	3,0
Diferal	Rosario, Santa Fe	2007	24,000	3,0
Pitey	Villa Mercedes, San Luis	2006	20,000	2,5
Coco Oil	Dock Sud, Buenos Aires	2006	20,000	2,5
Advance Materials Organic	Pilar, Buenos Aires	2007	15,800	2,0
Hector Bolzan	Aldea Maria Luisa, Entre Rios	2007	8,000	2,0
Integrated Biodiesel Industries (IBI)	Alvear, Santa Fe	2006	20,000	1,0
Biodiesel	Sancti Spiritu, Santa Fe	2007	6,800	2,0

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

Según fuentes privadas, en los próximos años podrían invertirse en este sector más de US\$ 1 500 millones. El auge en las inversiones puede explicarse por la sanción de ley 26.093 que regula el sector y crea un mercado interno obligatorio.

En lo referente al mercado interno, la legislación establece que el abastecimiento debe provenir de plantas en poder de productores agropecuarios (al menos un 51%) – lo cual dejó al margen a las grandes cerealeras del negocio. Esto puede tomarse como un incentivo (a la atomización del mercado), aunque puede terminar generando una estructura altamente ineficiente (tamaño de planta). Lo anterior puede explicar el porqué, hacia fines del año 2008, y cuando resta algo más de un año para la entrada en vigencia del cupo, todavía no había surgido ningún proyecto<sup>70</sup>. Así las cosas, una serie de empresas PYMES del sector han comenzado a evaluar las ventajas de asociarse a fin de abastecer al mercado interno.

La situación es otra en lo que respecta al mercado externo, sector donde las perspectivas parecen ser ampliamente favorables. En este sentido, el Director Ejecutivo de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH), Dr. C. Molina, considera altamente factible el abastecer al mundo con hasta 2,2 millones de toneladas de biodiesel y 1 millón de bioetanol para el 2010. Dados los altos excedentes exportables que genera el sector agrícola, tal nivel de abastecimiento no resulta imposible. Cabe destacar que actualmente existe una capacidad instalada de 1,2 millones de toneladas, a la que en breve se le adicionarán unas 800 mil más.

En el cuadro 23 se presenta un conjunto de proyectos de inversión de gran escala (con posibilidad de producir por encima de las 100 000 toneladas al mes) orientados a la exportación. La mayoría de los proyectos se construyen (o se erigirían en un futuro) en las inmediaciones de puertos santafesinos, aunque también empiezan a perfilarse algunos proyectos en el área bonaerense. Los principales jugadores son las empresas cerealeras, lo cual resulta entendible dadas sus enormes ventajas comparativas: acceso a materia prima, uno de los complejos oleaginosos más competitivos del mundo, red logística integrada y salida al puerto (o puertos propios sobre la ribera del Paraná). En este grupo participan empresas extranjeras (Bunge y Louis

<sup>70</sup> El Inversor Energético & Minero. Año 4 N° 34, Noviembre 2008.

Dreyfus) como locales (Molinos, Vicentin y AGD). En general, se observa que la mayoría de los principales *traders* y semilleros ya se han largado al ruedo<sup>71</sup>.

Dos plantas ya iniciaron producción en 2007: Renova (consorcio entre Vicentin y Glencore) y Ecofuel (asociación entre AGD & Bunge), las que sumadas totalizaron inversiones por US\$ 82 millones. Ambas se encuentran instaladas en la provincia de Santa Fe, la primera en San Lorenzo – Santa Fe, mientras la segunda opera en el Puerto de San Martín. En términos de capacidad instalada, ambas alcanzan logran las 200 mil toneladas anuales. A las 400 mil toneladas generadas por estas plantas, en 2008 se le adicionaron 600 mil más a partir de la entrada en operación de 3 nuevas plantas: UNITEC BIO (200 000 ton/año), LDC Commodities (300,000 ton/año); y, Molinos Río (100,000 ton/año). Al millón de toneladas actualmente instaladas pronto se le adicionarán unas 820 mil más, llevando la capacidad instalada a la frontera de los 2 millones de toneladas (véase cuadro 23).

Adicionalmente, el cuadro 24 identifica otros 18 proyectos que, de concretarse, añadirían unos 2,32 millones de toneladas de capacidad instalada a la oferta local.

En definitiva, sumando la capacidad instalada originada en las plantas recientemente inauguradas (del orden de 1,4 millón de toneladas anuales), una cantidad similar involucrada en proyectos en ejecución, y tomando en cuenta los proyectos aún en estudio (del orden de los 2,32 millones de toneladas anuales), se estaría arribando a una capacidad instalada en el país para la producción de biodiesel superior a los 4 millones de toneladas. Con estos valores, la Argentina se convertiría en un importante jugador en los mercados internacionales en un contexto en el que, se espera, los países desarrollados serán importadores netos de biocombustibles para cumplir con sus metas de corte obligatorio. Esto se ajusta a las previsiones de diversos especialistas que prevén la pérdida de preeminencia de la UE en materia de capacidad instalada<sup>72</sup>.

**CUADRO 24**  
**BIODIESEL – PROYECTOS EN EJECUCIÓN**

Empresa	Capacidad de producción anual - Miles de Ton	Localización	Monto de la inversión (US\$ Millones)
Explora	120	Puerto San Martín, Santa Fe	15
Villuco	100	Frias, Stgo. del Estero	30
Renova (2° tramo)	300	San Lorenzo – Santa Fe	42
Patagonia Bioenergía	300	San Lorenzo - Santa Fe	47
Subtotal	820		134

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

<sup>71</sup> La mayoría de las empresas se han radicado o planean hacerlo en la provincia de Santa Fe. Sin embargo, en el ámbito privado se espera el surgimiento de proyectos en la provincia de Córdoba. Allí, se estima, hay proyectos de inversión para producir unos 120 millones de biodiesel al año, así como 60 millones de etanol (Fuente: *adnmundo.com* – newsletter semanal n° 53).

<sup>72</sup> Después de representar más del 80% de la capacidad instalada mundial en el año 2004, la participación de Europa decae en función de la puesta en funcionamiento de numerosas plantas de producción de biodiesel en diferentes países en desarrollo. Para el año 2008 se espera una producción mundial de 31 millones de toneladas, de las cuales sólo 15 (menos del 50%) provendrían de la UE (datos de *www.oilworld.biz*).

**CUADRO 25**  
**BIODIESEL – PLANTAS PROYECTADAS**

Empresas	Capacidad de producción anual - Miles de Ton	Localización
Repsol YPF	100	Pto. San Martín - Santa Fe
Grupo San José	100	San Luis o Salta
FT Holdings - Seebow	250	San Lorenzo - Santa Fe
Capital Group Comm.	100	Buenos Aires
Bunge	100	
Cil Global Corporation	100	Goya - Corrientes
Prerex (2 plantas)	100	Santiago del Estero
Oil M&S AS	200	Rosario - Santa Fe
Nidera	100	Pto. San Martín - Santa Fe
Glencore	100	Quequen - Buenos Aires
Alquimia Inc.	200	Rosario - Santa Fe
Greenlife International	100	Bahia Blanca - Buenos Aires
Agricultores Federados Argentinos	100	Villa Constitución - Santa Fe
Raiser – ENARSA - Green Fuel	200	Rosario - Santa Fe
ICI	200	San Lorenzo - Santa Fe
Cargill	100	Bahia Blanca - Buenos Aires
Prarex International	100	Santiago del Estero
Rosario Bio Energy	30	Roldán - Santa Fe
Subtotal	2 320	

Fuente: Elaboración propia en base a [adnmundo.com](http://adnmundo.com) (varios números) e información periodística (diarios La Nación, El Cronista Comercial y otras)

Al total antes indicado, se podrían agregar 100 000 toneladas adicionales provenientes de un proyecto del Grupo San José, el cual planea erigir una planta en el interior del país (San Luis o Salta), cuya producción estaría destinada al mercado interno. A grandes rasgos, las instalaciones existentes como los proyectos previstos se diferencian tanto geográficamente como por tamaño en dos subgrupos: los principales, ubicados en la costa del Paraná o cercanos a los puertos, iniciados por las empresas aceiteras o petroleras, destinados al mercado externo; y aquellos de menor tamaño, ubicados en el interior, desarrollados por productores agropecuarios, orientados al autoconsumo y al “corte”.

Otro proyecto novedoso, dado que elaborará biocombustible (a partir de la utilización de residuos forestales y agrícolas) destinando a la generación de electricidad, es el originado por la empresa de capitales canadienses Dynamotive. El mismo se asentará en la provincia de Corrientes (Virasoro).

En lo que respecta al etanol, existe en la actualidad un proyecto para exportar este biocombustible a Norteamérica originado en el ingenio La Florida. Este establecimiento, propiedad del empresario Jorge Rocchia Ferro (titular también del ingenio Aguilares), posee una planta de producción de 350 mil litros de alcohol por día, inaugurada en octubre de 2006, que cuenta con tecnología de avanzada (conversión de jugo de caña en etanol). El etanol podría obtenerse no sólo a partir de la caña de azúcar, sino también en base a maíz, lo que permitiría una actividad constante a lo largo del año. El proyecto estaría en condiciones de producir unas 100 mil toneladas anuales de etanol. Como subproducto, la empresa está evaluando vender energía eléctrica al sistema de distribución eléctrica provincial (EDET). Esta se produciría a partir de la biomasa (quema del bagazo de la caña), generando vapor que puede aprovecharse en turbinas eléctricas.

También se han anunciado otros proyectos orientados al aprovechamiento de la caña de azúcar. Uno, en la provincia de Corrientes, involucra a más de un centenar de pequeños productores quienes estarían analizando plantar caña de azúcar y producir etanol.

Otro proyecto, en este caso para producir etanol a partir de maíz con sede en Venado Tuerto, ha sido atribuido al empresario G.Soros<sup>73</sup>. El proyecto, de tipo integral, prevé una inversión cercana a los US\$ 400 millones la cual permitiría producir unas 200 mil toneladas anuales de etanol, generar energía a partir de los residuos agrícolas y animales, y también obtener maíz y leche.

Finalmente, existe un plan de MAIZAR para construir 40 plantas regionales, las cuales generarían unos 3,5 millones de toneladas de alimento (DDGS) al mismo tiempo que permitirían obtener 4 millones de toneladas de alcohol.

Es de notar que la mayor parte de los proyectos de inversión mencionados se orientan a la exportación, mientras que el régimen regulatorio (promocional) argentino se dirige a favorecer proyectos orientados al mercado interno. Esto permitiría una conclusión preliminar acerca de la coexistencia de dos segmentos de mercado (tipos de proyecto) según el mercado que buscarían abastecer (interno o externo). Los proyectos orientados al mercado externo, en principio, no estarían afectados por el régimen regulatorio (promocional) establecido por la ley de biocombustibles aunque sí por sus requisitos de habilitación y calidad.

En lo referente al costo de construcción de planta, aquellas destinadas a la producción de biodiesel comienzan en US\$ 500 mil y llegan hasta los US\$ 10 millones, dependiendo del volumen de producción. Un grupo de empresas se dedica a la construcción de este tipo de plantas en Argentina, entre las que se puede mencionar a Bionerg y Biodiesel del Plata.

## **B. Requisitos para la instalación de las plantas de procesamiento**

La Ley Nacional N° 26093/06 establece los requisitos para la Habilitación de Plantas Productoras. En su artículo 6° fija que "...Sólo podrán producir biocombustibles las plantas habilitadas a dichos efectos por la autoridad de aplicación. La habilitación correspondiente se otorgará, únicamente, a las plantas que cumplan con los requerimientos que establezca la autoridad de aplicación en cuanto a la calidad de biocombustibles y su producción sustentable, para lo cual deberá someter los diferentes proyectos presentados a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluya el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos".

El Art. 124 de la Constitución Nacional establece que "...Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio...". Por lo tanto, la Autoridad de Aplicación en Materia Ambiental son las Autoridades Provinciales para las plantas a radicarse en su territorio.

El Decreto Reglamentario N° 109/07 establece que la Autoridad de Aplicación en Materia de Biocombustibles es el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios a través de la Secretaría de Energía (SE), excepto en las cuestiones tributarias o fiscales, para las cuales la autoridad de aplicación será el Ministerio de Economía y Producción. Entre las funciones de la SE fijadas en el Art. 3° del mencionado decreto, se encuentran:

- Registro de todas las personas físicas o jurídicas dedicadas a la producción, mezcla, almacenaje y comercialización de Biocombustibles.
- Control de las actividades y de la calidad del producto en las etapas de producción, mezcla y comercialización.

---

<sup>73</sup> Por intermedio de Adecco Agro, este empresario posee en la Argentina más de 200.000 hectáreas en 5 provincias.



- Dictar la normativa técnica referida a condiciones de seguridad y normas ambientales.
- Realizar inspecciones y auditorias, sin previo aviso, de las instalaciones inscriptas. También podrá inspeccionar aquellos establecimientos donde se presume la producción de biocombustibles.
- Fijar penalidades para los infractores.

Por otra parte, son las comunas y municipios quienes disponen el ordenamiento del territorio en sus distritos y por lo tanto, son los encargados de la Zonificación, Factibilidad de Uso de Suelo y Habilitación Municipal de las Instalaciones.

De lo expuesto anteriormente surge que la gestión para la habilitación de las Plantas Productoras de Biocombustibles, reviste tres instancias:

- INSTANCIA MUNICIPAL: Otorgamiento de Factibilidad y/o Habilitación de la Planta Productora de Biocombustible en el sitio de operaciones.
- INSTANCIA PROVINCIAL: Presentación ante la Autoridad Provincial del Estudio de Impacto Ambiental, con la correspondiente Aprobación del mismo.
- INSTANCIA NACIONAL: Inscripción de la planta ante la Secretaría de Energía. Los requisitos establecidos son los siguientes:
  - a) Documentación Legal
  - b) Estudio de Impacto Ambiental Aprobado por la Autoridad Provincial
  - c) Auditorias de Seguridad y Auditorias de Hermeticidad aprobadas por Empresas Habilitadas.

Recientemente la Secretaria de Energía sancionó la Resolución 1296/08 donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad [en caso de incendio] que deben cumplir las plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles.

### **C. Normas técnicas y fiscalización de la calidad de los biocombustibles**

Todos los motores han sido diseñados y fabricados para emplear un combustible que reúna determinadas características. En Argentina, quien define estas características es el organismo de normalización (IRAM). El IRAM, en la norma 6515-1 (octubre de 2001) estableció los requisitos y métodos de ensayos para el biodiesel, antes de ser comercializado y suministrado en nuestro país como combustible para vehículos automotores equipados con motores diesel, al 100% de concentración, o como aditivo del gasoil para uso automotor, cumpliendo con la norma IRAM correspondiente a dicho combustible. La mencionada norma estipula los parámetros presentados en los cuadros 26 y 27 a continuación.

**CUADRO 26**  
**NORMAS DE CALIDAD DE BIODIESEL EN ARGENTINA (IRAM 6515-1)**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Contenido de éster	g/100g	96,5		EN 14103 / IRAM-IAPG A 6616 – 6911
Densidad a 15°	g/ml	0,875	0,9	ISO 3675 - 12185 / IRAM-IAPG A 6597
Viscosidad a 40°	mm <sup>2</sup> /s	3,5	5	IISO 3104 / ASTM D 445
Punto de inflamación	°C	130		ISO 3679 ASTM D 93 / pr EN ISO 20846 – pr EN ISO 20884
Contenido de azufre	mg/kg		10	ASTM D 5453
Residuo carbonoso (sobre la muestra al 100%)	g/100g		0,05	ASTM D 4530 / ISO 10370
Número de cetano		47		ASTM D 613 / ISO 5165
Cenizas sulfatadas	g/100g		0,02	ISO 3987
Contenido de agua por Kart Fischer	g/100g		0,05	ASTM D 4928 / ISO 12937
Impurezas insolubles	mg/kg		24	EN 12662
Corrosión a la lámina de cobre (3 hs a 50%)			1	IRAM-IAP A 6533 / ATM D 130 / ISO 2160
Estabilidad a la oxidación a 110° C	Horas	6		ASTM D 2274 / IRAM 6558
Índice de acidez	mg KOH/g		0,5	ASTM D 664
Índice de yodo			150	EN 14111
Esteres metílicos de ácido linoleico	g/100g		12	EN 14103
Contenido de metanol libre	g/100g		0,2	EN 14110
Contenido de monoglicérido	g/100g		0,8	EN 14105
Contenido de diglicérido	g/100g		0,2	EN 14105
Contenido de triglicérido	g/100g		0,2	EN 14105 – 14106
Glicerina libre	g/100g		0,02	EN 14105 / ASTM D 6584
Contenido total de glicerina	g/100g		0,25	ASTM D 6584
Metales alcalinos (Na+K)	mg/kg		5	EN 14108 – 14109
Lubricidad	Um		250	ISO 12156-1

Fuente: IRAM (www.iram.org.ar).

En materia de requisitos relativos al clima y época del año, la citada norma establece los siguientes valores guía.

**CUADRO 27**  
**REQUISITOS DE PERFORMANCE DEL BIODIESEL**  
**NORMA IRAM 6515-1**

Requisito	Punto de obturación de filtro frío
Unidad	°C
Grado A	5
Grado B	0
Grado C	-5
Grado D	-10
Grado E	-15
Grado F	-20
Método de ensayo	IP 309 / EN 116

Fuente: IRAM

En lo que respecta a los mercados de exportación, las principales normas son las fijadas por Asia y EEUU (ASTM D 6751) y la UE (EN 14214).

**CUADRO 28**  
**NORMAS DE CALIDAD EN LA UE (EN 14214)**

Ensayo	Unidades	Mínimo	Máximo	Norma de ensayo
Contenido en éster	% (m/m)	96,5		prEN 14103
Densidad a 15°C	Kg/m <sup>3</sup>	860	900	EN ISO 3675
Viscosidad a 40°C	Mm <sup>2</sup> /s	3,50	5,00	EN ISO 3104
Punto de inflamación	°C	120		ISO 3679
Contenido en azufre	Mg/kg		10,0	prEN20486
Residuo carbonoso	% (m/m)		0,30	EN ISO 10370
Número de Cetano		51,0		EN ISO 5165
Contenido en cenizas de sulfatos	% (m/m)		0,02	ISO 3987
Contenido en agua	Mg/kg		500	EN ISO 12937
Contaminación total	Mg/kg		24	EN 12662
Corrosión en lámina de cobre	Clasificación		Clase 1	EN ISO 2160
Estabilidad a la oxidación	Horas	6,0		prEN 14112
Valor ácido	Mg KOH/g muestra		0,50	prEN 14104
Índice de yodo	Gl/100g muestra		120	prEN 14111
Metiléster linoléico	% (m/m)		12,0	prEN 14103
Metiléster poliinsaturados	% (m/m)		1	
Contenido en metanol	% (m/m)		0,20	prEN 14110
Contenido en monoglicéridos	% (m/m)		0,80	prEN 14105
Contenido en diglicéridos	% (m/m)		0,20	prEN 14105
Contenido en triglicéridos	% (m/m)		0,20	prEN 14105
Glicerina libre	% (m/m)		0,02	prEN 14105
Glicerina total	% (m/m)		0,25	prEN 14105
Metales grupo I (Na+K)	Mg/kg		5,0	prEN 14108/14109
Metales grupo II (Ca+Mg)	Mg/kg		5,0	prEN 14538
Contenido en fósforo	Mg/kg		10,0	prEN 14107
POFF	°C		Según época y país	EN 116

Fuente: Elaboración propia en base a la norma EN 14214 (2003).

La norma europea, junto con la norma IRAM son las únicas que establecen un parámetro específico para medir la estabilidad a la oxidación, fijando en ambos casos el valor de 6 h a 110°C. Ambas fijan también el contenido máximo de esteres de ácido linoleico y de mayor grado de insaturación. La norma europea sustituye las otras normas en vigencia de los países de la UE, imponiendo restricciones más fuertes en la calidad del biodiesel. Una diferencia importante concierne el contenido de yodo en el biodiesel: el valor límite adoptado es lo suficientemente exigente como para excluir al biodiesel producido en base a soja (que naturalmente contiene un elevado nivel de yodo) del mercado europeo. Esta cuestión que ya despertado el reclamo de varios países productores como un caso de barrera para arancelaria (Perez Llana, Chavez y Galperín, 2007).

En general, no se observan grandes diferencias entre los estándares, en aquellos parámetros que han sido especificados. La mayor diferencia entre las normas se observa en algunas propiedades no consideradas. Por ejemplo, la norma ASTM no establece valores de referencia para la estabilidad a la oxidación, el número de yodo, y el contenido de metales alcalinos. Argentina ha adoptado en general los valores más estrictos, ya sea dado por la norma ASTM o la EN.

Finalmente, debe también mencionarse la Resolución SE 1213/06, donde se establece la calidad de combustibles y biocombustibles.



## VIII. Eje tecnológico

El marco regulatorio establecido para el sector no contiene provisiones específicas en materia tecnológica. Por ejemplo, la ley de biocombustibles no asigna prioridad a la investigación relacionada con el sector ni al avance hacia tecnologías de segunda generación (ni incluye la creación de un programa tecnológico específico). Lo que estipula dicha ley en materia tecnológica es un objetivo menos ambicioso, aparentemente más focalizado en el acceso de las pequeñas y medianas empresas a la tecnología<sup>74</sup>.

Independientemente de lo anterior, actualmente se pueden identificar una serie de iniciativas en materia tecnológica, algunas con participación de organismos públicos del sistema nacional de innovación. Si bien el sector público cuenta con escasos fondos y actividades aplicables al desarrollo de los biocombustibles (más allá del seguimiento realizado por el INTA), en contraste con lo observado en otros países en desarrollo – incluso más allá de Brasil-. Desde el ámbito privado, tampoco se observa un gran interés en la materia, al menos si consideramos los principales jugadores del sector petrolero, o a aquellos con amplio poder de mercado en la industria alimenticia – cerealeras y *traders*, que sólo se suman al negocio como productores de primera generación. Lo anterior destaca aún más la actitud de aquellos que han apostado fuerte en el sector en materia tecnológica.

Muchas de las empresas proveedoras de tecnología mencionadas en este apartado han surgido a partir del espíritu emprendedor de sus socios – mayoritariamente profesionales (químicos o biólogos), que avizoran un futuro para el sector.

También resulta auspicioso el impulso que el tema está ganando en algunos municipios y provincias, donde muchos funcionarios consideran estratégico el desarrollo de los biocombustibles. En función de ello, existe una serie de programas orientados al abastecimiento local, tanto a partir del reciclado de aceites usados como también a través de la búsqueda de nuevas materias primas.

---

<sup>74</sup> El artículo 15, inciso 7 de la citada ley especifica que “[l]a Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva promoverá la investigación, cooperación y transferencia de tecnología entre las pequeñas y medianas empresas y las instituciones pertinentes del Sistema Público de Ciencia, Técnica e Innovación. A tal fin, elaborará programas específicos y preverá los recursos presupuestarios correspondientes”. Dicha Secretaría cuenta actualmente con rango ministerial.

En lo referente al estudio, la introducción y el cultivo de nuevas variedades para la producción de biocombustibles, el INTA resulta la entidad que más ha avanzado en esa dirección.

Sin embargo, queda mucho por hacer para fortalecer la base tecnológica local a fin de garantizar la sustentabilidad del sector, en especial, en lo que hace a la identificación y desarrollo de cultivos más adaptados a las condiciones de suelos frágiles, a la mejora en el rendimiento de los procesos industriales y a la obtención de biocombustibles de segunda generación. Este último tema resulta, lamentablemente, el gran ausente en las políticas actuales del sector. Se espera que luego de la difusión de algunos trabajos recientes que, desde diversas perspectivas, han llamado la atención sobre los beneficios potenciales de estas nuevas tecnologías para el caso argentino (Patrouilleau y otros, 2006; Greenpeace, 2007) finalmente despegue el interés y el apoyo público a los esfuerzos de investigación en este área.

## A. Aspectos generales

Varios centros de investigación del país trabajan actualmente en el análisis de tecnologías agrícolas e industriales relacionadas con los biocombustibles. Sin embargo, no cuentan con un impulso (políticas públicas) que les de suficiente escala y alcance (aplicación) a sus actividades de I&D, ensayo y aplicación. Tampoco se observa desde el sector público un interés por profundizar el análisis de los combustibles denominados de “segunda generación”. Los aspectos destacados podrían constituir una seria falencia de la política de biocombustibles de Argentina desde un punto de vista dinámico, y explicarse por una cierta falta de visión estratégica que oriente las políticas hacia el desarrollo sustentable del sector en el país.

En lo que respecta a la investigación en el ámbito público (universidades, centros de investigación, entidades autónomas) del sistema nacional de innovación, cabe mencionar entre los principales proyectos:

- La UTN inició una serie de ensayos en motores terrestres, con el objetivo de evaluar el desempeño de este combustible en términos de potencia, consumo y emisión de contaminantes.
- El INTA tiene un programa de biocombustibles que incluye diversas iniciativas. Además del ya mencionado mapa de cultivos (materias primas disponibles para producir biodiesel), diversos institutos y estaciones trabajan sobre el tema. El Instituto de Ingeniería Rural del INTA realiza pruebas, analizando el rendimiento del biodiesel en tractores y otras maquinarias agrícolas.
- La Universidad Nacional del Litoral cuenta con dos centros dedicados a la investigación sobre biocombustibles: El INTEC (CONICET-UNL) y el INCAPE (Instituto de Catálisis y Petroquímica, CONICET-UNL). La Universidad también alberga proyectos financiados por el FONCYT orientados al desarrollo de plantas para la producción de biocombustibles.
- Centro de Desarrollo de Energías Renovables en el noroeste bonaerense. Cuenta con el financiamiento del BID, con el auspicio del CONICET, del programa Innova-T, y con la participación de la recientemente creada Universidad Nacional del Noroeste Bonaerense (UNNOBA) y una serie de municipios de la región. El proyecto contempla la instalación de una serie de plantas de biodiesel en Junín, otra de etanol en Chacabuco, y un laboratorio de control de calidad también en Junín.
- La provincia de Santa Fe firmó un acuerdo de apoyo tecnológico con la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), para el desarrollo de biocombustibles en la provincia.

Mediante el acuerdo, la universidad y la entidad científica se comprometen a otorgar apoyo tecnológico a las empresas que deseen instalarse en Santa Fe.

- El grupo de investigación de biocombustibles de la Facultad de Agroindustrias de Saenz Peña – Chaco, inició estudios de pirolisis con el objetivo de desarrollar un sistema de procesamiento para el craqueo de aceites vegetales (para obtener biocombustibles). El objetivo es alcanzar a desarrollar como prototipo una unidad de craqueo para producción de pequeñas escalas de diesel vegetal, desarrollándose metodologías simples y de bajo costo para realizar el análisis in situ del combustible obtenido. El objetivo final es desarrollar una unidad capaz de producir biocombustibles para el abastecimiento de pequeñas comunidades.
- Programa de Bioenergía de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza), incluye investigaciones sobre rendimientos y nuevos cultivos para la obtención de biodiesel (colza) y de bioetanol (topinambur) y de cultivos aprovechables en calderas (especies forestales de corta rotación), y sobre levaduras y fermentación semicontinua para la obtención de etanol.
- La Agencia de Ciencia y Tecnología, a través del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) financia proyectos de innovación privados destinados a mejorar la capacidad productiva. Este instrumento ha financiado varios proyectos (de pequeña escala) para la producción de metiléster y biodiesel.

En el ámbito privado se han detectado escasas iniciativas. Entre ellas cabe mencionar que Repsol-YPF anunció la instalación de un centro de investigación y desarrollo sobre biocombustibles en Argentina. La empresa se comprometió a financiar 11 centros de investigación dentro del programa Bioenergía 2007-11, aunque todavía no ha sido definido la materia prima a utilizar en la producción de biocombustible. El proyecto cuenta con la participación del INTA y la Universidad Nacional de Cuyo (Diario Clarín, 04-05-07).

En lo referente a las tecnologías de producción, son varias las empresas argentinas que se encuentran trabajando en el desarrollo de plantas “llave en mano”:

- La facultad de Agroindustrias de la Universidad del Noroeste (sede Chaco) y la empresa **Bioenergy** firmaron recientemente un acuerdo para la fabricación de equipos destinados a la obtención de biodiesel.
- La Secretaría de Hidrocarburos y Minería de la Provincia del Chubut, conjuntamente con la empresa **Oil Fox** firmaron un acuerdo para el desarrollo de energías renovables.
- Las facultades de Farmacia y Bioquímica y de Ingeniería de la UBA suscribieron un acuerdo con la empresa Oil Fox SA para desarrollar tareas conjuntas de investigación y actividades de desarrollo tecnológico, con el objetivo de producir biodiesel a partir de microalgas. La citada empresa cuenta con una planta en la Provincia del Chubut, donde cultivan algas y de las que se prevé extraer el aceite que constituye la base para la generación del biocombustible.
- La empresa **Biodiesel del Plata**, desarrolla y provee equipamiento de alta tecnología de diseño propio para plantas ecológicas de biodiesel, brindando también asesoramiento integral en el diseño y la dirección de emprendimientos relacionados con la industria oleoquímica<sup>75</sup> (sector donde la nombrada es líder). La empresa provee plantas de

---

<sup>75</sup> Un Polo Oleoquímico es una planta industrial generadora de commodities, todos ellos de muy alta demanda para distintos mercados. Las plantas comercializadas por la empresa tienen la versatilidad necesaria para procesar indistintamente cereales y cualquier tipo de oleaginosa. Para mayor información se recomienda consultar la página web [www.biodieseldelplata.com.ar](http://www.biodieseldelplata.com.ar)

biodiesel de pequeña escala para el mercado interno y también ha exportado estas tecnologías.

- **Bio Combustibles MG** es una firma local dedicada a la fabricación de plantas llave en mano de diversa escala: desde mini-plantas (1 000 l/día) hasta establecimientos grandes en proceso continuo (144 000 l/día). De manera complementaria, la empresa también promociona la venta de plantas productoras de expeller y aceite. Recientemente, ha lanzado su propia línea de plantas productoras de biogás.
- **Argendiesel**, es una empresa local que provee plantas de producción de biodiesel para pequeños y medianos productores agropecuarios.

Por último, cabe mencionar diversas iniciativas de carácter mixto para la instalación de plantas de biodiesel:

- Proyecto de los intendentes del COMCOSUR (Consortio de Municipio del Sur del Gran Buenos Aires) para analizar la factibilidad de instalar plantas de elaboración de biodiesel en la región.
- La provincia de Mendoza analiza la creación de una empresa mixta para la producción de biodiesel.

## **B. Introducción de nuevas variedades y de mejoras en las variedades preexistentes**

Los principales organismos involucrados y sus proyectos son:

- La Facultad de Ingeniería de la UBA realiza investigación orientada a la producción del biodiesel a partir de diversos aceites vegetales y grasas animales.
- También es de destacar las investigaciones sobre rendimientos en caña de azúcar en los centros INTA Famallá y Obispo Colombres de Tucumán.
- Diversas actividades de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza).
- En lo referente a la disponibilidad de materias primas y el cultivo de nuevas variedades para la producción de biocombustibles, el INTA está realizando un “atlas” de materias primas.
- Proyecto Federación Agraria Argentina-Universidad Tecnológica Nacional en Córdoba para la producción de biodiesel en base a colza.
- Diversas estaciones experimentales del INTA también realizan desarrollos y ensayos en relación a la introducción y aprovechamiento de nuevos cultivos energéticos (cártamo, jatropha, etc.).
- En la localidad de Jovita – Departamento de General Roca, Córdoba, la Federación Agraria Argentina (FAA) está llevando a cabo un ensayo comparativo de variedades de cártamo para la producción de biodiesel.
- En Salta, la Unidad de Formación, Investigación y Desarrollo Tecnológico de Salta (UFIDeT) desarrolló un proyecto para generar biodiesel fabricado a partir de aceite de cártamo.
- La provincia de Santa Fe, conjuntamente con el programa de servicios agrícolas provinciales (PROSAP), se encuentran evaluando la potencialidad de la biomasa, en particular, a partir de la reconversión de cañaverales, para avanzar en la producción de biocombustibles.



- Propuesta de un plan para la elaboración de biodiesel a partir de la recolección de aceites vegetales usados (PEBRAU), por parte de la empresa Biodiesel del Plata.
- En la Provincia de Santa Cruz, se impulsa la utilización de aceite de colza (canola) como materia prima para la producción de biocombustibles. La idea es aprovechar los bajos costos que presenta la tierra en esa zona del país para introducir el cultivo de colza, lo cual se realizaría en el período primavera – verano<sup>76</sup>.
- En la Estación Experimental INTA de Pocito (San Juan) se ha introducido el cultivo de 9 variedades de remolacha azucarera, y en forma experimental, las raíces de esta planta son utilizadas para la elaboración de bioetanol (a fin de estudiar qué variedad que mejor se adapta al suelo y clima, y provee el mayor rendimiento). Si los resultados son positivos, se podría obtener 1 litro de etanol por cada 10 kilos de remolacha, lo cual implicaría la necesidad de instalar 2 plantas destiladoras.

A nivel institucional, el gobernador de San Juan presentó un proyecto de ley por el cual se plantea la creación de un Programa Nacional de Cultivos Energéticos no Tradicionales, el cual contemplaría un tratamiento particular a los biocombustibles obtenidos, entre otros cultivos, a partir de la colza, la *Jatropha* y la remolacha. Dicho fondo sería financiado con una fracción (1%) de lo recaudado por las retenciones (del 5%) a las exportaciones de biocombustibles, con la idea de expandir la frontera agrícola aprovechando zonas áridas (donde estos cultivos pueden ser aptos).

### **C. Investigación asociada con la introducción de biocombustibles de segunda generación**

En un estudio reciente del INTA (Patrouilleau y otros, 2006) se destaca que si bien existen escasos proyectos locales relacionados con biocombustibles de segunda generación, diversos aspectos que concentran los esfuerzos de investigación en la materia en el mundo (en especial en materia de hidrólisis enzimática, fermentación de azúcares, etc.) también podrían ser abordados por organismos nacionales (por ejemplo, INTA, INTI, Universidades Nacionales, y CONICET) en vista de que el sistema tecnológico nacional cuenta con remarcable experiencia y credenciales científicas en biología molecular y biotecnología. Esto contribuiría a reducir los costos de acceso a estas nuevas tecnologías que pueden permitir un menor costo económico y social de obtención de biocombustibles y un menor impacto ambiental.

El estudio menciona dos instituciones (del sistema público) que realizan investigaciones relacionadas con biocombustibles de segunda generación; ambas ubicadas en la provincia de Tucumán. Ellas son el centro Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI) dependiente del CONICET y la Estación Experimental Agropecuaria Obispo Colombres, dependiente del gobierno provincial. El PROIMI ha realizado desarrollos a pedido del sector privado (en particular de la empresa BIOSIDUS ) y se orienta a investigaciones relacionadas con biología molecular, fermentación alcohólica, producción de enzimas, etc. Por su parte, la Estación Obispo Colombres se dedica al estudio de tecnologías agrícolas e industriales relacionadas con el sector azucarero: prácticas de manejo en plantaciones de caña de azúcar, introducción de nuevas variedades (recursos genéticos), buenas prácticas industriales, racionalización de efluentes líquidos, reaprovechamiento energético de biomasa, etc.

---

<sup>76</sup> En regiones de climas más cálidos, el cultivo de colza se realiza durante la temporada de otoño-invierno.



## **IX. Conclusiones**

A lo largo del informe se ha delineado la situación actual y se ha buscado identificar las principales cuestiones pendientes en el desarrollo del sector desde la perspectiva de cada uno de los ejes relevantes (institucional, energético, agrícola, industrial, económico-social, ambiental, tecnológico). Para concluir, en línea con el enfoque multisectorial planteado en la introducción, es necesaria una discusión general (y transversal a las problemáticas sectoriales) a fin de evaluar los avances y desafíos pendientes para lograr un desarrollo sustentable de los biocombustibles en Argentina.

### **A. Una visión global sobre el desarrollo del sector de biocombustibles en Argentina**

La evidencia recabada sugiere que Argentina tiene un gran potencial (basado en sus ventajas naturales, así como en su competitividad agrícola e industrial –en especial en el sector de aceites-) para la producción de biocombustibles. En el último año, el sector ha crecido rápidamente en buena medida ayudado por las señales auspiciosas del mercado internacional (altos precios del petróleo, y políticas de mezcla mínima de biocombustibles en varios países mediante) y el establecimiento de un marco regulatorio para el sector (que incluye requisitos de mezcla mínima al año 2010 y subsidios para la producción). Ahora bien, el marco regulatorio ha segmentado el mercado ya que estableció que sólo las plantas que destinen su producción a cubrir el cupo obligatorio del mercado interno podrán recibir subsidios (esto es, reducciones impositivas en el régimen nacional). Esto parecería enfrentar a las empresas con interés en desarrollar nuevos proyectos con la disyuntiva de elegir entre el mercado local y el de exportación antes de iniciar la producción. Por lo pronto, en vista de que restan 3 años para el inicio del cupo obligatorio y de que se ha demorado la fijación de reglas del juego básicas que permitan juzgar la rentabilidad relativa de los dos mercados para los productores (en particular, los precios de transferencia no han sido definidos aún por la Secretaría de Energía), los proyectos de inversión puestos en marcha en los últimos meses están básicamente orientados al mercado externo (de biodiesel en base a soja), aprovechando la elevada competitividad de la cadena agroindustrial aceitera del país. Esto refleja el surgimiento de inversiones orientadas a un nuevo sector, así como una interesante diversificación de productos agroindustriales obtenidos y exportados, un mayor valor agregado, y la generación de una sólida base productiva que puede contribuir a superar cuellos de botella para

el abastecimiento de la creciente demanda local de combustibles (en especial, de gasoil). Desde esta última perspectiva, cabe notar que en paralelo al negocio de exportación, también están surgiendo productores de pequeña escala orientados básicamente al autoconsumo. En contraste, no se ha perfilado aún un segmento de productores que se orientará a cubrir el mercado interno (y que serán beneficiados por los subsidios de la ley de biocombustibles).

## B. Desafíos futuros

Tal como se planteó en la introducción, el debate internacional sobre los biocombustibles (de primera generación) resalta dos desafíos para la sustentabilidad de este nuevo sector. Estos se relacionan con limitar su potencial impacto negativo sobre la disponibilidad y precio de los alimentos, en primer lugar y su impacto ambiental (por ejemplo, deforestación, pérdida de biodiversidad, etc.), en segundo lugar. Estos efectos negativos podrían, de otro modo, compensar o aún superar otros aportes al desarrollo (por ejemplo, energéticos y económicos) que el sector genera.

En el caso argentino, la evidencia sugiere que la tensión entre los beneficios económicos (en términos de mayor valor agregado y mayores ingresos por divisas) y energéticos (si se consolida el mercado interno de biocombustibles) y los impactos negativos en materia social (precios de alimentos, concentración de la tenencia y uso de la tierra, etc.) y ambiental (presión sobre el bosque nativo, avance en el monocultivo de soja, etc.) está presente aunque aún sólo se manifieste incipientemente. Si bien la cobertura del cupo obligatorio (mercado interno) establecido en la ley de biocombustibles no parece implicar una presión importante en materia de desvío de producción de granos o aceites ni del uso del suelo, lo que parece dominar el desarrollo de la producción de biocombustibles no es el abastecimiento del mercado interno (que tiene un tope) sino el mercado internacional (en amplia expansión). El gran desafío es claramente qué hacer frente a los incentivos de mercado para profundizar el avance del monocultivo de soja sobre regiones de suelos frágiles que han aumentado constantemente durante la última década. Este fenómeno trajo aparejados –directa o indirectamente– una serie de efectos económicos, ambientales y sociales negativos (desplazamiento de pequeños productores, pérdida de empleo, degradación de suelos, pérdida de bosque nativo, etc.) cuya profundización debe evitarse a través de políticas correctivas y paliativas (por ejemplo, políticas sociales, de ordenamiento territorial, de minimización de impactos ambientales del sector agrícola, etc.).

En contraste con dichas necesidades, las políticas (nacionales o provinciales) relacionadas con los biocombustibles sólo han tenido hasta el momento un foco “desarrollista” (es decir de promoción del sector) con escasa consideración de sus potenciales impactos negativos. En forma similar, los potenciales efectos ambientales negativos del avance en la producción de caña de azúcar para la obtención de etanol tampoco han sido considerados explícitamente a la hora de incluir al sector de los ingenios entre los potenciales beneficiarios del régimen promocional. Así, se perdió la oportunidad de otorgar un beneficio al sector pero condicional al respeto de ciertos criterios y buenas prácticas ambientales para la expansión de la producción. Esto sugiere una perspectiva nada alentadora en cuanto al logro de la sustentabilidad del sector y a la contribución neta del sector al desarrollo sustentable del país.

Desde una perspectiva más amplia, podría decirse que las políticas implementadas hasta el momento tienen un sesgo hacia el aprovechamiento de una oportunidad de negocio con una visión de corto plazo, dejando de lado consideraciones relacionadas con efectos dinámicos. Esto se refiere no sólo a la escasa atención brindada a los potenciales efectos negativos en lo social y lo ambiental sino también a la no consideración de otros desafíos que enfrenta la sustentabilidad del desarrollo del sector de biocombustibles, incluso en el plano económico. Por ejemplo, la importancia de la diversificación productiva (a través de la incorporación de nuevas materias

primas/cultivos que garanticen efectos positivos sobre el suelo), y de la innovación tecnológica no se reconocen en el marco regulatorio. Es importante tener en cuenta que la innovación tecnológica es necesaria en todas las fases de la producción y desde la perspectiva de varios ejes (energético, agrícola, industrial y ambiental). Desde el punto de vista económico, resulta clave para garantizar altos rendimientos agrícolas/industriales y para lograr el avance rápido hacia los biocombustibles de segunda generación que permitan mantener en el tiempo la competitividad-costo del sector.

En suma, todo lo anterior sugiere que el principal desafío que plantea el sector es del orden institucional. Aquí nos referimos a dos aspectos relacionados. En primer lugar, se necesita que el sector público visualice el carácter estratégico del sector (en sus múltiples facetas: agrícola, industrial, energética, social, etc.) y que las políticas y futuras modificaciones del marco regulatorio con él relacionados se diseñen desde esta perspectiva. En segundo lugar, dichas políticas deberán basarse en la coordinación entre diferentes áreas y niveles de gobierno y en objetivos de largo plazo de sostenibilidad del sector de biocombustibles (en el sentido de su contribución al desarrollo sustentable del país).

Desde una perspectiva amplia de desarrollo económico, se observa en Argentina que la gran mayoría de lo producido por el sector agrícola (productos que agregan valor a los recursos naturales renovables) se destinan a la exportación. La venta externa genera recursos vitales para el desarrollo, pero también introduce riesgos (ambientales y sociales) y amenazas (básicamente) de abastecimiento al mercado interno como puede observarse ante el alza de los precios internacionales. Cuando la oferta no es lo suficientemente abundante dicha amenaza se potencia, como ocurre con el caso de las exportaciones energéticas. La definición de los aspectos regulatorios pendientes (que hacen, por ejemplo a la rentabilidad relativa del mercado interno *vis à vis* el de exportación) para el desarrollo del sector deberán tomar en cuenta las múltiples implicancias de los incentivos brindados, no sólo para el abastecimiento local de biocombustibles sino también para el precio de los alimentos, para una estrategia de largo plazo y para la sustentabilidad del sector.



## Bibliografía

- Asal, S. y R. Marcus (2005): An Analysis of the obstacles to the development of a sustainable biodiesel industry in Argentina, mimeo, DU, Development Durable & Organisations, Université Paris-Dauphine, Paris.
- Baker, A. y S. Zahniser (2006) : Ethanol reshapes the corn market, USDA, AmberWaves, abril.
- Banco Mundial (2007): Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008: Agricultura para el Desarrollo, Washington
- Banco Mundial (2002): Informe sobre el Desarrollo Mundial 2002: Instituciones para los Mercados, Washington
- Baudron, S. y A. Gerardi (2003): Los asalariados agropecuarios en Argentina : aportes para el conocimiento de su problemática, documento PROINDER (SAGPyA – IICA), Buenos Aires.
- BID – Banco Interamericano de Desarrollo (2006): Biocombustibles: ¿La fórmula mágica para las economías rurales de ALC? P. Pfaumann SDS/RUR.
- BIOFRAC (2006): Biofuels in the European Union: A vision for 2030 and beyond, Final Report of the Biofuel Research Advisory Council.
- Bomb, C. (2005): Opportunities and barriers for biodiesel and bioethanol in Germany, the United Kingdom and Luxembourg – Country studies and recommendations for policy makers, Master Thesis, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIEE), Lund –Sweden.
- Castro, H. y C. Reboratti (2007): Revisión del concepto de ruralidad en la Argentina y alternativas disponibles para su redefinición, documento PROINDER – Proyecto de desarrollo de pequeños productores rurales (IICA – SAGPyA), Buenos Aires.
- CEPAL/FAO (2007): Oportunidades y riesgos del uso de la bioenergía para la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe, mimeo CEPAL/FAO. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/pdf/bioenergia.pdf>
- Chidiak, M. & Murmis, M.R. (2003): Gestión Ambiental en la Agroindustria: Competitividad y Sustentabilidad, Estudio 1.EG.33.4, Proyecto "Componentes macroeconómicos, sectoriales y microeconómicos para una estrategia nacional de desarrollo: Lineamientos para fortalecer las fuentes del crecimiento económico" Ministerio de Economía/BID/CEPAL, Buenos Aires.

- Childs, B. & Bradley, R. (2007): *Plants at the Pump: Biofuels, Climate Change and Sustainability*, World Resources Institute/Goldman Sachs' Center for Environmental Markets, Washington.
- Dufey, A. (2006): *Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues*, Sustainable Markets Discussion Paper Number 2 – International Institute for Environment and Development (IIED), Londres.
- Dufey, A. (2007): *International trade in biofuels: Good for development? And good for environment?*, IIED briefing, International Institute for Environment and Development, Londres.
- EUCAR (2004). *Well-to-Wheels Analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*. Well-to-Wheels Report, CONCAWE-EUCAR (European Council for Automotive R&D) – European Commission Directorate General Joint Research Centre. Version 1.b, enero.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006). *Presentación de la Plataforma Internacional de Energía (IBEP)*, Roma. Disponible <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0469s/a0469s00.pdf>
- FAO (2008): *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*, FAO, Roma
- Ford Runge, C. & B. Senauer (2007): “How Biofuels Could Starve the Poor”, *Foreign Affairs*, mayo-junio 2007
- Fritsche, U.R.; K. Hünecke y K. Wiegmann (2005): *Criteria for Assessing Environmental, Economic, and, Social Aspects of Biofuels in Developing Countries*. Informe preparado para el Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), Ökko-Institute, Darmstadt. Disponible en <http://www.oeko.de>
- Global Environmental Facility - GEF (2006): *Report of the GEF-STAP Workshop on Liquid Biofuels*, GEF/UNEP.
- Goldemberg, J. (2006): “The ethanol program in Brazil”, *Environmental Research Letters*, The open-access journal for environmental science, octubre-diciembre.
- Greenpeace (2007): *Bioenergía: oportunidades y riesgos - ¿Qué debe hacer Argentina en materia de biocombustibles?*, mimeo, Buenos Aires.
- International Energy Agency (2004): *Biofuels for Transport: An International Perspective*, IEA, París.
- \_\_\_\_\_ (2005): *World Energy Outlook, 2005*.
- Jank, M. y L.F. do Amaral (2006): *Presentación en el Congreso “Perspectivas do Etanol no Brasil e no Mundo”, Panel “Bionergias: Etanol e Biodiesel” ICONE (Instituto de Estudos do Comercio e Negociações Internacionais) – Sao Paulo, 9 de Noviembre*.
- Karekezi, S.; K. Lata & S. T. Coelho (2004): *Traditional Biomass Energy: improving its use and moving to modern energy use*, Background Paper for the International Conference for Renewable Energies, Bonn. Disponible en <http://www.renewables2004.de/pdf/tbp/TBP11-biomass.pdf>
- Knauf, M. & M. Moniruzzaman (2005): “Lignocellulosic biomass processing: A perspective”, *International Sugar Journal* 2004, Vol. 106 N° 1263.
- Lacoste, C. (2006): “Desarrollo de Proyectos en Biocombustibles”, *Presentación en el seminario sobre energías alternativas organizado por el gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Mar del Plata, 20-21 septiembre, 2006*.
- Lamers, P. (2006): *Emerging liquid biofuels markets ¿A dónde va la Argentina?*, Tesis de Maestría, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIE), Lund, Suecia.
- Manuel-Navarrete, D. y otros (2005): *Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas*, CEPAL, Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 118, Santiago de Chile
- Mitchell, D. (2008): “A note on rising food prices”, *The World Bank, Development Prospects Group, Policy Research Working Paper no.4682, Washington D.C., July 2008*. Paper disponible en <http://go.worldbank.org/TSCSEN0PL0>



- Molina, C. (2007): Biocombustibles. Disertación en EXPOAGRO realizada en Junín, Provincia de Buenos Aires, 16 de Marzo.
- Murray, D. (2005): Ethanol's potential: looking beyond corn, Earth Policy Institute. Disponible en <http://www.earth-policy.org/Updates/2005/Update49.htm>
- OECD/FAO (2007): Agricultural Outlook 2007-2016, OECD/FAO, Paris.
- OECD (2007): Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease?, Document SG/SD/RT(2007)3, prepared by R. Doornbosch & R. Steenblink for the Round Table on Sustainable Development, 11-12 September 2007, Paris.
- Panichelli, L. (2006): Análisis de ciclo de vida (ACV) de la producción de biodiesel en Argentina, Trabajo Final, Especialización en Gestión Ambiental de Sistemas Agroalimentarios, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Patrouilleau, R., Lacoste, C., Yapura, P. & Casanovas, M. (2006): Perspectivas de los biocombustibles en Argentina, con énfasis en el etanol de base celulósica, INTA, Unidad de Coyuntura y Prospectiva, Buenos Aires.
- Peretti, M. (2006): Economía del cultivo de maíz en el contexto agrícola actual. Documento de Trabajo, INTA, Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez.
- Perez Llana, C., M.Chaves & C.Galperín (2007): “Desarrollo de los Biocombustibles: ¿Cuál es el lugar de la política comercial?”, en Revista del CEI – Comercio Exterior e Integración no.9, Buenos Aires
- PROINDER/SAGPyA/IICA (2006): Los pequeños productores en la República Argentina, informe PROINDER, Buenos Aires.
- Rabinovich, J. y Torres, F. (2004): Caracterización de los Síndromes de sostenibilidad del desarrollo, El caso de Argentina, CEPAL, Serie Seminarios y Conferencias N° 38, Santiago de Chile.
- Rosa do Espirito Santo, B. (2006): La agroenergía en la matriz energética, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1° Edición, Buenos Aires.
- Salinas, A.; E. Martellotto; J.P.Giubergia; P.Salas & E.Lovera (2003): La intensificación de la agricultura ¿Se está haciendo de manera sustentable?, Documento de Difusión, EEA INTA Manfredi.
- SAyDS (2007): **Informe sobre deforestación en Argentina**, Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF), Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Noviembre 2007
- SAyDS (2008): **El avance de la frontera agropecuaria y sus consecuencias**, Dirección Nacional de Ordenamiento Ambiental y Conservación de la Biodiversidad, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Marzo 2008
- Scheinkerman de Obschatko, E. y Begenisic, F. (2006): Perspectivas de los biocombustibles en Argentina y Brasil, informe IICA/SAGPyA, Buenos Aires.
- Slutzky, D. (2006): Situaciones problemáticas de tenencia de la tierra en Argentina, documento SAGPyA – PROINDER.
- Smeets, E.; A. Faaij; y, I. Lewadonski (2005): The impact of sustainability criteria on the costs and potentials of bioenergy production – an exploration of the impact of the implementation of sustainability criteria on the costs and potentials of bioenergy production, applied for case studies in Brazil and Ukraine, mimeo, Copernicus Institute, Utrecht University. Disponible en: <http://www.bioenergytrade.org/downloads/smeetsetal.fbtcasestudiesreport.pdf>
- Stern, N. (2007): The Economics of Climate Change: The Stern Review, Cambridge University Press.
- Sustaita, G. (2007): “Tucumán: Un productor natural de Bioenergía”. Presentación en las Primeras Jornadas nacionales de Biocombustibles del NOA, Tucumán – Argentina, 29 y 30 de Marzo.
- The Economist (2007a): “Woodstock revisited”, The Economist Technology Quarterly – 10 de marzo.

- The Economist (2007b): “Cheap no more”, 8 de diciembre.
- Unión Europea (2006): Estrategia de la UE para los biocarburantes, Comisión de las Comunidades Europeas, Documento 8.2.2006 COM (2006) 34 final, Bruselas.
- Ugolini, J. G. (2004): Estudio para determinar la factibilidad técnica y económica del desarrollo del biodiesel. Disponible en <http://www.wikilearning.com>
- UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development (2005): Biofuels: Advantages and Trade Barriers, S.T.Coelho editor, Documento UNCTAD/DITC/TED/2005/1, Ginebra.
- UNCTAD (2006): The emerging biofuels market: Regulatory, Trade and Development Implications, Editado por S. Zarrilli, Documento UNCTAD/DITC/TED/206/4, Ginebra.
- UNDP-United Nations Development Programme (2005): Energizing the Millennium Development Goals, Nueva York.
- Vergagni, G. (2006): La industria del etanol y el desarrollo regional, Informe elaborado para MAIZAR, Buenos Aires. Disponible en: <http://www.maizar.org.ar>
- Zah, R., H.Böni, M.Gauch, R. Hischer, M.Lehmann & P.Wäger (2007): Life cycle assessment of energy products: Environmental Assessment of Biofuels – Executive Summary, mimeo, EMPA, Technology and Society Lab, St.Gallen, Suiza.