

2

LA INDUSTRIA DE BIOCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA

Ricardo Rozemberg
Daniel Saslavsky
Gustavo Svarzman¹

¹ Con la colaboración de Carolina Pontelli

LA INDUSTRIA DE BIOCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA

INTRODUCCIÓN

La relevancia y auge experimentados durante los últimos años en la producción de biocombustibles y energías renovables posee varios motivos. Los principales responden a aquellos aspectos relacionados con la seguridad energética y el cuidado del medioambiente. El primero de ellos proviene de los riesgos económicos y políticos implícitos en la dependencia de las fuentes fósiles de energía —no renovables por definición, y con precios crecientemente elevados por sobre la media histórica—. El segundo se origina en la mayor “conciencia global” sobre las consecuencias del uso indiscriminado de los combustibles “tradicionales” sobre el medioambiente.

El uso de biocombustibles líquidos tiene larga data en el mundo, habiendo sido éstos las fuentes de energía utilizadas por los primeros motores de combustión interna, a fines del siglo XIX. Sin embargo, las mejoras en la tecnología disponible para el procesamiento, refinación química y transporte de distintos tipos de combustibles fósiles permitieron transformar de manera eficiente y barata dichos recursos en energía —ya desde principios del siglo XX—, para su utilización tanto de parte de los consumidores como de las industrias. De ese modo, los biocombustibles se vieron rápidamente relegados a un lugar de menor relevancia en la matriz energética mundial.

Sin embargo, a pesar de su aún relativamente escaso peso específico en el “mundo energético”, existe desde hace aproximadamente una década un creciente y renovado interés por estas fuentes alternativas, con impactos de relevancia en ciertos segmentos del mercado, como por ejemplo el agroalimentario. Sumado ello a una serie de factores, como la creciente participación de China y la India en el escenario económico y comercial internacional, el boom de los biocombustibles

se está haciendo notar —entre otros vehículos— a través de una mayor demanda de los principales *commodities* agrícolas.

La producción de biocombustibles pareciera ser todavía muy dependiente de estímulos, regímenes promocionales y/o apoyos gubernamentales directos, aún en escenarios donde los precios del petróleo se encuentran muy por encima de su media histórica. Consecuentemente, la adopción de políticas nacionales de promoción y uso obligatorio de biocombustibles, constituye una forma mediante la cual los biocombustibles se insertan en las cadenas globales de valor.

Tal como veremos en el presente trabajo, el enfoque de la cadena de valor resulta una herramienta útil para evaluar cómo cada uno de los eslabones que la conforman se ajusta a los incentivos existentes, ya sean fijados por la oferta y la demanda del mercado, por sus imperfecciones, o bien por las regulaciones nacionales que establecen reglas de juego en cada uno de los países con intereses en esta nueva actividad.

En este sentido, puede observarse que países como Brasil o Estados Unidos se han transformado en los líderes de este nuevo “juego” vinculado con el desarrollo de fuentes de energía “renovable”. En el caso de Argentina, que en el pasado ha intentado incursionar sin éxito en el campo de los biocombustibles, se presentan grandes oportunidades y desafíos. A este respecto, el funcionamiento pleno del marco regulatorio que determina los incentivos a la inversión y al consumo de los biocombustibles, su interacción con la política energética y fiscal, y el aprovechamiento de esta actividad a efectos de lograr un mejor ordenamiento territorial de las actividades productivas involucradas, son solamente algunas de las materias que se deberán enfrentar a efectos de compatibilizar el uso de las nuevas fuentes renovables con las crecientes demandas sociales y medioambientales.

La Sección 1 del presente trabajo realiza una breve descripción acerca del rol de las fuentes renovables de energía en la matriz energética nacional. Luego, en las Secciones 2 y 3 se desarrollan las cadenas de valor del biodiesel y etanol, poniendo énfasis en la situación mundial y el caso argentino. A tal efecto, se realiza un breve repaso de las características del sector productor de insumos y materias primas, de la industria aceitera y molinera/destilería, el transporte y la distribución, a lo que se agregan algunos casos de bienes intermedios y de capital y un análisis del impacto socioeconómico. En la Sección 4 se tratan temas relacionados al desarrollo y la problemática actual del mercado de los biocombustibles, entre los cuales se destacan las implicancias del marco jurídico vigente en Argentina y cuestiones vinculadas con normas de calidad y sustentabilidad. Por último, la Sección 5 expresa algunas conclusiones acerca de la problemática y perspectivas de la actividad en nuestro país.

1. LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

A principios de los años setenta, los combustibles fósiles ocupaban un peso cercano al 86% en el total de la oferta primaria mundial de energía, mientras que otras fuentes como la hidroeléctrica y nuclear llegaban conjuntamente a menos del 2,5%. Por su parte, el resto de las llamadas fuentes renovables representaban poco más del 11%.

Casi treinta años más tarde, los combustibles fósiles siguen representando el 80% de la matriz energética mundial, seguidos por las fuentes renovables con un 10%, al tiempo que las fuentes hídrica y nuclear acaparan poco más del 10% restante.

Históricamente, Argentina ha dependido fuertemente tanto del petróleo como del gas natural, mientras que el peso de los combustibles renovables se mantuvo casi invariante y en niveles marginales. De esta forma, en 1970 la matriz energética argentina se componía por petróleo en un 70% y poco menos del 20% por el carburante gaseoso. Diez años después dicho balance era aproximadamente 65% y 25%. En el año 2000, el gas natural se convirtió en la principal fuente energética, con una participación de casi el 50%, mientras que el petróleo llegó al 40% del total.

En la actualidad, la matriz energética argentina sigue presentando una composición muy sesgada hacia los combustibles fósiles, donde el gas y el petróleo conservan el 50% y 38% de la oferta de energía total. Si incluimos otras fuentes como el carbón y la energía nuclear (ambos tienen un peso en el total de casi 4%), concluimos que en el presente las fuentes renovables solamente ocupan el 8% de la matriz de energía primaria. En este sentido, la principal fuente de energía renovable es la energía hidráulica, con un 5%; le siguen la leña, el bagazo y otras fuentes, cada una con casi 1% del total.

En cuanto a la producción y consumo de combustibles, cabe destacar que las diferentes refinadoras y destilerías procesan anualmente más de 30 millones de metros cúbicos de petróleo provenientes de las cuencas Noroeste, Cuyana, Neuquina, Golfo San Jorge y Austral. Aún cuando los operadores de las diferentes áreas son aproximadamente 40, unas 8 firmas producen el 75% del crudo a nivel nacional.

Por su parte, el gasoil es el combustible más utilizado, y la principal fuente de energía para la maquinaria agrícola y pesada, vehículos de transporte y de carga. Aproximadamente, dos tercios del consumo de combustibles corresponden a dicho fluido, mientras que las naftas y el GNC obtienen cada uno un 17% del total.

En lo referente a naftas, las destilerías tienen capacidad excedente de producción para alimentar el consumo que se vio fuertemente afectado por la introducción del GNC durante los noventa, y que solo es utilizado en vehículos de combustible liviano. Dicho exceso de oferta genera actualmente posibilidades de aprovechar este saldo exportable.

La situación del gasoil es significativamente diferente. Al menos desde mediados de los noventa, la brecha entre producción y demanda doméstica siempre fue marginal. En el 2006, la producción de dicho líquido se ubicó en torno a 12 millones de m³, número que se vio excedido por el consumo doméstico. El mismo provino principalmente del transporte de carga pesada terrestre (56% del total), del sector agropecuario (20%) y del transporte automotor de pasajeros (14%). Cabe destacar que el incremento de la oferta doméstica para satisfacer el incremento de la demanda, se halla condicionado por algunos factores estructurales.²

En primer lugar, los mismos se manifiestan en la creciente utilización de la capacidad instalada del parque refinador. Dado que dicha capacidad se mantuvo casi fija desde 1995 a la fecha en poco más de 600 mil barriles al día, el aumento del nivel de actividad posterior a la devaluación del peso a principios de 2002 incrementó notablemente la utilización de la misma, llegando actualmente casi a su máximo técnico. En segunda instancia, es preciso destacar que las cuencas petrolíferas de crudos livianos (los que se utilizan más fácilmente para la obtención de diesel) se encuentran en su fase declinante de producción, requiriendo inversiones adicionales para obtener mayores cantidades de gasoil proveniente de petróleos crudos más pesados. Dicha situación está transformando el balance estructural del consumo de gasoil en Argentina, que podría profundizarse —señalan algunos analistas— hasta transformarse en un importador neto del fluido.

A esta situación cabe agregarle la dimensión de los requerimientos energéticos y las reservas energéticas comprobadas del país. Al respecto, Argentina se encuentra actualmente en su mínimo histórico de reservas de gas natural, al tiempo que en el caso del petróleo la situación se ha mantenido prácticamente invariante desde principios de los noventa, con aproximadamente 10 años de reservas.³

Ello permite ilustrar las potencialidades existentes para el desarrollo de los bio-combustibles. A ese respecto y según lo estipulado en la actual legislación nacional, el consumo de gasoil deberá contener al menos un 5% de biodiesel en el año 2010, lo que implicará una demanda de aproximadamente 800 mil m³ de dichos aceites para el año 2010. A ello, deberá agregársele otro 5% de bioetanol para su mezcla con las naftas, teniendo en cuenta tanto las necesidades de los usos actuales, como las hipotéticas del parque generador. Consecuentemente, si bien resulta evidente la

2 Risso (2006)

3 Rabinovich (2007)

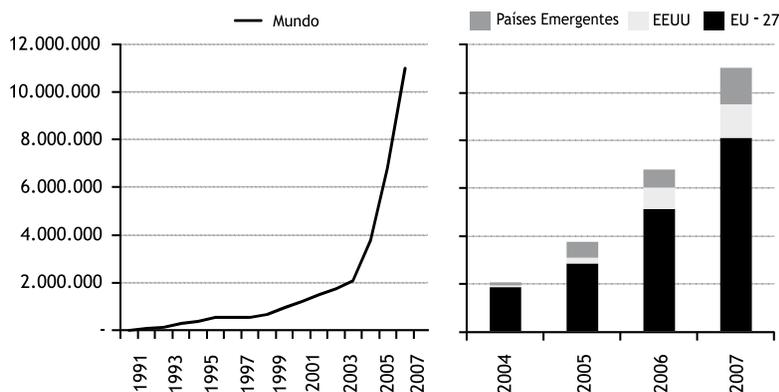
necesidad de diversificar la oferta primaria de energía en vistas a una situación de relativa escasez futura de gas natural, cabe destacar que el rol de los biocombustibles en la matriz energética sigue siendo cuantitativamente limitado, y que en el mejor de los casos —en el corto y mediano plazo— solo podrá constituirse en un complemento de los combustibles fósiles.

2. CADENA DE VALOR DEL BIODIESEL

2.1 Producción de Biodiesel

El mercado mundial de biodiesel ha crecido fuertemente durante los últimos años. El aumento en los precios del petróleo, así como la búsqueda de energías alternativas renovables devino en la decisión por parte de las principales potencias de incrementar la participación de estos combustibles en su matriz energética. La implementación de regulaciones nacionales⁴ que priorizan temas como la seguridad ambiental y la sustentabilidad energética, ha generado en muchos casos mercados cautivos de este producto con claras consecuencias sobre la demanda del mismo (ver Anexo). Esta industria se encuentra así en un sendero de crecimiento acelerado a diferencia de décadas pasadas donde la producción de biodiesel estaba asociada al autoconsumo del sector agrícola en escalas pequeñas.

Gráfico 1
Producción Mundial de Biodiesel (Toneladas)



Fuente: Worldwatch Institute y Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)

A pesar de la existencia de diversas fuentes de información, las principales estimaciones coinciden en señalar a esta década como punto de inflexión en el desarrollo a escala de la producción de biodiesel. Según evidencia el Gráfico 1,

⁴ Tal es el caso de la Unión Europea que implementó una meta de corte del 5,75% de bio-combustibles para el 2010, generando una fuerte presión a la potencial oferta.

las estimaciones indican que en el año 1998 el total de biodiesel producido en el mundo equivalía, aproximadamente, a unas 550 mil toneladas anuales mientras que para fines de 2003 dicha cifra ascendió a casi 1,9 millones de toneladas. Sin embargo, el *boom* en la producción de biocombustibles comenzó en el 2004. Entre dicho año y el 2007, los volúmenes producidos se expandieron cerca de seis veces alcanzando valores en torno a las 12 millones de toneladas. Teniendo en cuenta la magnitud promedio de producción que alcanza una planta de gran escala (entre 200 mil y 300 mil toneladas anuales) resulta evidente que el fenómeno del biodiesel es todavía reciente, sobre todo en los países en desarrollo.

La Unión Europea (UE-27) emerge como el principal productor a escala mundial concentrando casi el 80% de la oferta global. El volumen de producción alcanzado por el viejo continente es cercano a las 8 millones de toneladas, más de cinco veces la producción de Estados Unidos, país posicionado en segundo lugar.⁵

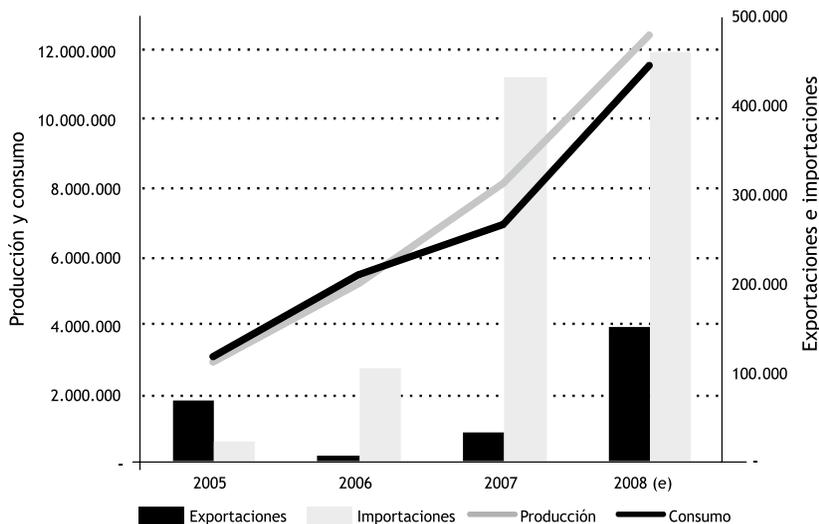
Países como Brasil aumentaron notablemente su producción en los últimos años. Entre 2006 y 2007, las estimaciones previstas indicaban un salto en la capacidad productiva de 136 mil toneladas a más de 400 mil toneladas al año, siendo destinadas casi en su totalidad al consumo interno. Por otra parte, Asia constituye otra de las áreas con mayor capacidad de producción. China, Indonesia, Filipinas y Tailandia emergen como un “polo” con potencial exportador, a partir de un volumen obtenido de algo más de 700 mil toneladas de biodiesel. A pesar de esto cabe destacar que China, que produce actualmente unas 300 mil toneladas, posee plantas pequeñas (entre 100 y 20.000 tn/año) las cuales trabajan durante pocos meses por falta de insumos. La principal restricción que surge en el desarrollo de esta industria en el gigante asiático deviene de su necesidad de importar los insumos para la producción.

Dentro del espacio geoeconómico europeo, la demanda de biocombustibles para consumo prácticamente agota los saldos exportables, que no superan el 0,5% de la oferta total. En contrapartida, Europa es el principal demandante del mercado global, siendo el 5% de su oferta interna de biodiesel de origen externo (ver Gráfico 2).

La estructura del mercado europeo para la producción de biodiesel se encuentra notablemente concentrada. Alemania, principal productor, centraliza desde el año 2003 cerca del 50% de la producción. En términos agregados, la utilización de la capacidad instalada europea durante el año 2007 llegó sólo al 56%. Como surge de la Tabla 1, Alemania se ubicó en valores cercanos al 66%, al igual que Italia, mientras Francia trabajó sólo con el 47% de su potencial. Esta situación distó del escenario del 2006, donde el porcentaje de utilización de la capacidad global se encontraba en torno al 81%. Alemania trabajó al máximo durante ese año y realizó fuertes inversiones que casi duplicaron su potencial. Entre los diversos factores que

5 National Biodiesel Board, Fuel Fact Sheets www.nbb.org

Gráfico 2
Producción, Consumo y Comercio de Biodiesel en la UE-27
(Toneladas)



Fuente: USDA

Tabla 1
Estructura de producción, utilización de la capacidad instalada
y capacidad productiva de los primeros cinco países productores
de Europa, año 2007.

	Producción	Utilización de la capacidad instalada	Capacidad respecto del total de UE
Alemania	51%	66%	42%
Francia	15%	64%	13%
Italia	6%	47%	8%
Austria	5%	82%	3%
Portugal	3%	71%	2%

Fuente: European Biodiesel Board

explicarían esta elevada capacidad ociosa se encuentran los constantes cambios en las legislaciones de los distintos países. Éstos impactan en los subsidios ofrecidos así como en el tamaño del mercado cautivo, pudiendo haber generado sobreinversiones en el sector.

Dentro de las firmas con mayor presencia en el mercado de los biocombustibles europeo se encuentra Diester, cuya producción en el 2006 fue cercana a las 550 mil toneladas de biodiesel. Según estimaciones, la empresa planea alcanzar una capacidad de procesamiento de 2 millones de toneladas. Otros productores de gran escala son ADM Oelmühle Hamburg AG y MUW.⁶

En Argentina, la fabricación de biodiesel a gran escala es un fenómeno reciente. Durante los últimos cuatro años, la capacidad productiva se expandió en más de 400%, alcanzando durante el 2007 valores cercanos a las 2,5 millones de toneladas. Este importante incremento es producto de significativos flujos de inversión realizados por el sector en el último trienio. En última instancia, dicho fenómeno responde en gran medida —aunque no exclusivamente— a las posibilidades intrínsecas de agregación de eslabonamientos y diversificación exportadora que posee el complejo oleaginoso, el cual se encuentra radicado en la provincia de Santa Fe, sobre la ribera del Río Paraná.

El tamaño de las plantas en funcionamiento y por tanto, la inversión necesaria para construirlas, varía notablemente. Un informe conjunto de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura clasifica las plantas existentes en:

- a) Plantas Pequeñas, cuya capacidad se encuentra en torno a las 6.250 toneladas anuales y la inversión necesaria varía entre 18.000 y 30.000 dólares. Su producción se destina al autoconsumo y presenta algunas desventajas derivadas de la carencia de escala, reflejadas en los elevados costos por unidad producida;
- b) Plantas Medianas, cuya capacidad varía entre las 6.250 y 41.250 toneladas anuales. En comparación con las primeras, éstas producen a escala más eficiente, además de estar en condiciones de obtener subproductos como la glicerina;
- c) Plantas Grandes, cuya producción supera las 41.250 toneladas anuales, con inversiones estimadas que varían entre los 8 y 12 millones de dólares. Sus principales ventajas radican en la eficiencia en el proceso productivo, aunque se encuentran más vulnerables ante riesgos de volatilidad en el precio de granos y aceites.

Según la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH) y datos periodísticos, se encuentran en funcionamiento dentro del territorio nacional plantas de biodiesel con una capacidad de producción cercana a 650 mil toneladas anuales. Aproximadamente un 60% de dicha capacidad proviene de los joint ventures Vincentín-Glencore (227 mil toneladas) y Aceitera General Deheza-Bunge (200 mil toneladas). Exceptuando al holding energético suizo Glencore, las mencionadas

6 Verhagen (2007)

empresas provienen del clúster oleaginoso, y poseen una dilatada trayectoria en la producción y comercio de estos cultivos, tanto en su exportación directa, como en el posterior procesamiento para la obtención de aceite o harinas proteicas. El resto de las casi 30 plantas en operación, no superan las 30 mil toneladas anuales.⁷

Asimismo, se estima que las plantas que se hallan en fase de construcción aportarán una capacidad adicional de 1,3 millones de toneladas anuales. Entre los principales emprendimientos, se encuentran los de Louis Dreyfus (297 mil toneladas), Oil Fox (240 mil toneladas), UNITEC BIO y Patagonia Bioenergía (cada uno 200 mil toneladas), y Green Life, Explora y Molinos Río de la Plata (que conjuntamente sumarán 366 mil toneladas).

Según Schwarzer y Tavosnanska (2007), si al número anterior sumamos otros anuncios de inversión, entre los que se encuentran la Terminal Puerto Rosario, Repsol YPF, Grupo San José, y Cil Global Corporation, otras 700 mil toneladas de biodiesel podrían incorporarse al parque de productores del biocombustible. De efectivizarse los proyectos y montos mencionados, Argentina contaría en los próximos años con una capacidad de producción anual cercana a las 3 millones de toneladas, movilizandando inversiones por una cifra superior a los 800 millones de dólares. Siendo la demanda interna en Argentina muy baja, el país se establece así como un importante exportador dentro del mercado global de biocombustibles. Según las estimaciones dadas, puede esperarse que su participación como productor mundial se encuentre dentro de los primeros cinco puestos.

Es importante señalar que más del 90% de esta cifra provendría de plantas de gran porte, ligadas a las empresas exportadoras de oleaginosas y sus subproductos que ya operan internacionalmente. Respecto a la distribución geográfica, el 70% de la producción se encuentra localizada en la Provincia de Santa Fe, el 25% en la Provincia de Buenos Aires y el 5% restante en otras diferentes locaciones.

En caso que la demanda mundial por biocombustibles continúe en expansión, la puesta en producción de las nuevas plantas de biodiesel y su integración dentro del complejo aceitero derivarán en una menor disponibilidad de aceite para la exportación. Cabe señalar que la Argentina es hoy el principal exportador mundial de este producto, proveyendo cerca del 40% de la demanda mundial. Consecuentemente, si se adiciona la caída en las cantidades ofertadas por Brasil —el segundo proveedor a escala mundial— los menores saldos podrían repercutir en el precio internacional del principal insumo para la producción de biocombustible en Argentina.

Las exportaciones de biodiesel aumentaron notablemente en los últimos años. Durante el segundo trimestre del 2007 se registraron embarques por 6 mil toneladas mientras que el segundo trimestre del 2008 registró cifras en torno a las 117 mil toneladas.

7 CESPA (2008)

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

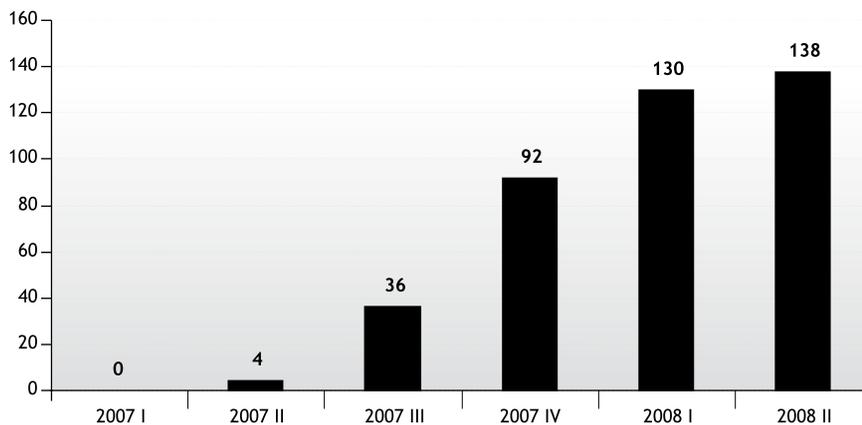
	Capacidad de producción (tn/año)	Locación
Funcionando	648.298	
Vicentín-Glencore	227.671	Santa Fe
AGD-Bunge	201.401	Santa Fe
Vicentín	49.912	Buenos Aires
Soy Energy	28.371	Buenos Aires
Derivados San Luis	26.270	San Luis
Biodiesel SA	26.270	Santa Fe
Cremer	17.513	
Advanced Organic Materials	13.835	
Pitey	11.384	San Luis
Hector Bolzán	7.881	Entre Ríos
Recomb	7.881	Santa Fe
Química Nova	7.881	Jujuy
Dirección de Vialidad de la Prov. de Entre Ríos	6.305	Entre Ríos
Biocombustibles Tres Ayorros	5.254	Buenos Aires
Biofe	5.254	Santa Fe
Bioenerg/Don Mario	1.401	Buenos Aires
AFA	1.278	Santa Fe
Gaido	876	Córdoba
INTA	525	Mendoza
Biobrik	525	Misiones
Unidad Autónoma de Producción de Biodiesel	420	Entre Ríos
Nameco	105	Buenos Aires
Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos	84	Buenos Aires

Continúa en la página siguiente

	Capacidad de producción (tn/año)	Locación
En construcción	1.380.911	
Dreyfus	297.723	Santa Fe
Oil Fox	240.806	Buenos Aires
UNITEC-BIO	201.401	Santa Fe
Patagonia Bioenergía	201.401	Santa Fe
Greenlife	148.862	Buenos Aires
Explora	118.214	Santa Fe
Molinos Río de la Plata	100.701	Santa Fe
Viluco	71.804	Santiago del Estero
Anuncios	708.406	
TOTAL	2.737.615	

Fuente: Schvarzer, J.; Tavosnaska, A. en base a medios periodísticos, SAGPyA, Cámara de Productores de Biocombustibles de la Provincia de Córdoba y Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno.

Gráfico 3
Crecimiento de las exportaciones de biodiesel
en millones de dólares Fob,
I Trimestre 2007 - II Trimestre 2008.

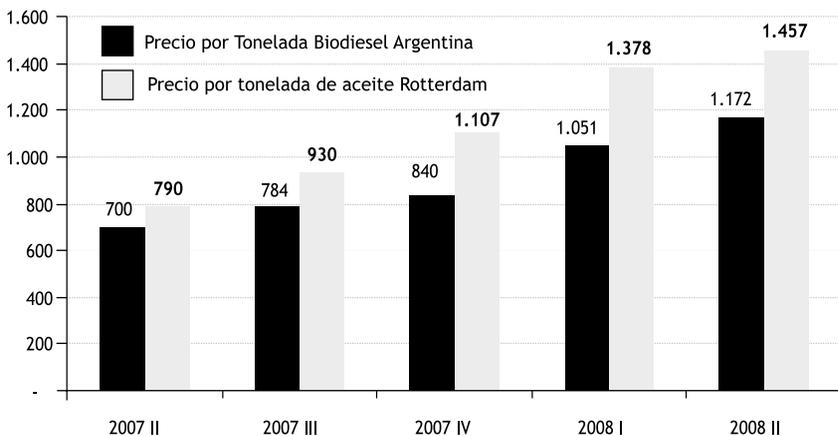


Fuente: elaboración propia en base a Aduana.

El Gráfico 3, muestra el aumento de las exportaciones en millones de dólares durante el último año. El principal destino de las mismas fue Estados Unidos, país que concentró el 78% del total exportado; el resto de los embarques fueron dirigidos a la Unión Europea.

Es interesante señalar que el precio por tonelada registrado para las exportaciones de aceite superó en todos los casos durante el último año al precio registrado para las exportaciones de biodiesel. Este fenómeno se repite en varios sino en todos los países productores de biocombustible. Brasil, por ejemplo, atribuye la continuidad en la producción a la preferencia de muchas empresas por vender el producto final por debajo de su precio a pagar los costos derivados de parar completamente el funcionamiento de las instalaciones. En el caso de Argentina, como se analiza más en la Sección 2.8, el diferencial impositivo entre el aceite y el biodiesel juega un rol determinante en la rentabilidad de la producción.

Gráfico 4
Precio en dólares por tonelada de las exportaciones de Biodiesel y Aceite de soja en Argentina, II Trim 2007 - II Trim 2008.



Fuente: elaboración propia en base a INDEC y datos de Aduana.

Durante el período analizado, es importante destacar el rol de las re-exportaciones de biodiesel puro (B100) hacia puertos norteamericanos para ser mezclado con un 1% de gasoil (llamado B99), cuyo destino final era el continente europeo. Debido a un vacío legal en la aplicación del subsidio a los mezcladores de biodiesel en los Estados Unidos, la mencionada práctica —conocida como “splash and dash”— calificaba para la obtención de la ayuda gubernamental americana —aún

cuando el biodiesel re-exportado no fuera producido en EEUU—, provocando un sustancial descuento sobre los precios del combustible verde, posteriormente destinado a Europa.⁸ Estas distorsiones se evidencian al comparar el precio FOB del biodiesel y del aceite de soja en Argentina respecto a la plaza internacional. La disminución de los márgenes entre el precio del insumo en Europa y el biodiesel —fuertemente subsidiado en EEUU— han provocado problemas para algunos productores europeos de biocombustible que se abastecen de la materia prima en el mercado mundial.

En contraste, y por el diferencial impositivo vigente en Argentina, el precio relativo entre el insumo y el producto final en plaza argentina aseguraba márgenes de rentabilidad para los productores locales. Es decir, los impuestos diferenciales aplicados a las exportaciones del complejo sojero-oleaginoso, abaratan el principal insumo de la industria en relación al producto obtenido.

2.2 Industria Aceitera

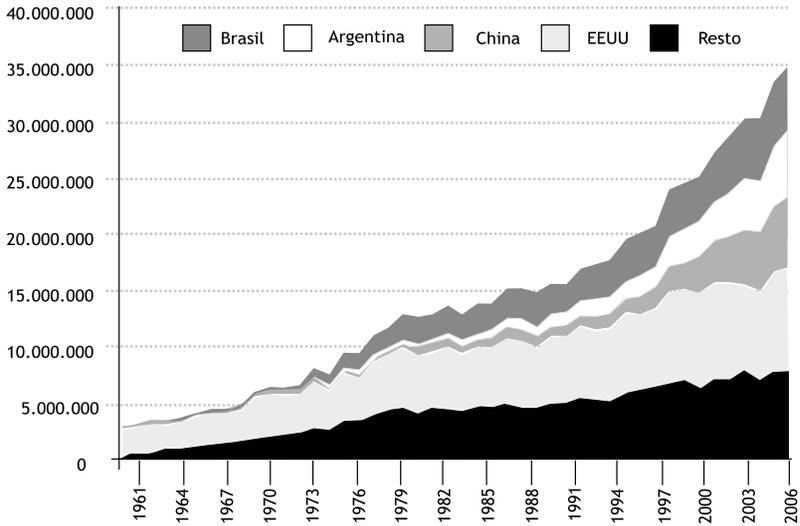
La industria de aceites y grasas vegetales, proveedor del principal insumo para la fabricación de biodiesel en la actualidad, triplicó su oferta durante las últimas tres décadas. En este apartado se analizará en detalle la industria del aceite de soja, principal insumo en la fabricación de biodiesel en Argentina, las causas de su expansión y sus consecuencias. Actualmente se procesan en el mundo más de 200 millones de toneladas de soja para la obtención de aceites, concentrados o harinas proteicas. Con la mencionada expansión de la demanda, el aceite de soja lidera el segmento de las materias oleicas, con aproximadamente 35 millones de toneladas —más de diez veces lo producido cuatro décadas atrás— (ver Gráfico 5). En este sentido, los principales productores de grano son también aquellos que procesan la oleaginosa, como es el caso de EEUU, Argentina, Brasil y China. Pocas empresas concentran gran parte del mercado mundial; las principales procesadoras, tales como Cargill, ADM, Bunge y Louis Dreyfus, operan globalmente y a lo largo de toda la cadena de valor de los productos alimenticios y forrajeros, aceites vegetales y grasas.

Las mencionadas empresas del sector agroalimentario se especializan en una diversa variedad de productos. Cargill, Archer Daniels Midland (ADM) y Bunge se especializan en el comercio de granos, procesamiento y venta de subproductos oleaginosos y cereales, harinas, concentrados y leche, entre otros. Excepto Cargill, que continúa siendo una empresa en manos privadas, las dos restantes cotizan en la NYSE⁹ (mercado

⁸ A la fecha de publicación del informe, dicho tratamiento impositivo ya no se aplicaba.

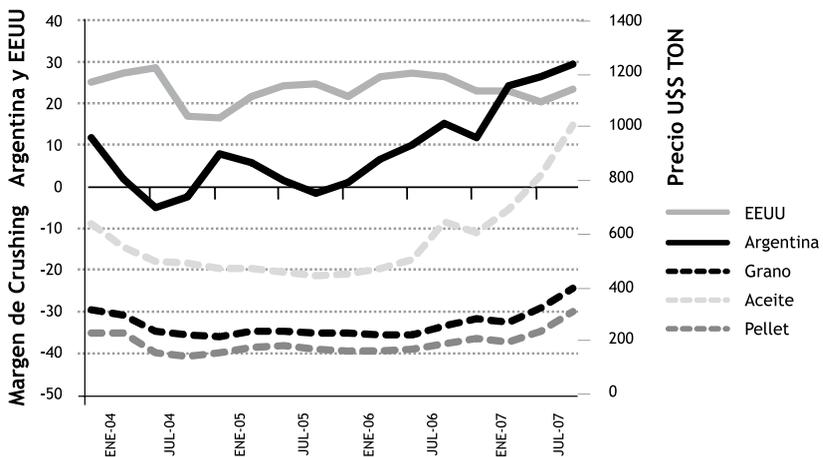
⁹ New York Stock Exchange.

Gráfico 5
Producción de Aceite de Soja, 1961-2006 (Toneladas)



Fuente: FAO

Gráfico 6
Precios de Soja y Subproductos; Margen de Crushing (US\$/Ton)



Nota: Precios FOB Puertos Argentinos

Fuente: CIARA y Bolsa de Comercio de Rosario

bursátil de los EEUU). Según cifras del 2006, Cargill logró una facturación neta de casi 75 mil millones de dólares, seguida por ADM con menos de 40 mil millones de dólares y Bunge con casi 25 mil millones de dólares.

Acompañando el incremento en la demanda mundial de aceites y subproductos, se verifica una tendencia alcista en el nivel de precios internacionales del complejo oleaginoso (ver Gráfico 6). Desde el año 2006 hasta mediados de 2008 las cotizaciones internacionales del aceite de soja se han casi triplicado, alcanzando valores récord de más de 1.000 dólares por tonelada¹⁰.

Estos aumentos acompañan el comportamiento en las cotizaciones de los granos y se atribuyen en muchos casos al aumento en la demanda, con las consecuencias de ello derivadas como la disminución en los stocks globales. Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, las estimaciones de las reservas de aceite de soja a fines del período 2007/2008 cayeron un 50% respecto del período anterior, ubicándose en 9 millones de toneladas. Es importante señalar que en Estados Unidos, producto de la actual política agrícola que favorece la siembra del maíz, se produjo un desplazamiento en el cultivo de soja disminuyendo el volumen disponible para la producción de aceite.

La utilización de los aceites vegetales como materia prima para la producción de biodiesel también ha impactado recientemente en las cotizaciones del mencionado bien. Según estimaciones del Fondo Monetario Internacional, la creciente demanda de aceite para biocombustible es responsable del 70% del incremento en los precios del maíz y el 40% en los incrementos del precio de la soja.¹¹ Asimismo, un informe del Banco Mundial atribuye también como causa el incremento registrado en los precios de la energía y fertilizantes, asignándole un peso del 25% - 30%. El mismo informe señala que la disminución de los stocks globales responde a fenómenos como las sequías registradas en algunas de las principales zonas productoras. O bien a restricciones a la exportación de granos implementadas por muchos países, entre ellos Rusia, Ucrania, India y Argentina, para contrarrestar la inflación interna en los precios de alimentos (Mitchell, 2008).

Existen otros factores que han contribuido a la escalada de precios en los principales granos o "*soft commodities*". La denominada "*agflation*", fenómeno inflacionario global no exclusivo al sector alimenticio, afectó a todas las materias primas. El mismo es causado principalmente por la depreciación del dólar frente al euro y, en menor medida, debido al comportamiento de grandes inversores quienes avizoraron en los commodities una reserva de valor de sus activos frente a las dificultades financieras de Estados Unidos. Entre octubre del 2007 y marzo

10 Al momento de cerrar este documento, fin de setiembre de 2008, la tendencia alcista se había visto interrumpida, y si bien los precios del complejo se encuentran por debajo de los máximos, continúan estabilizados en valores elevados.

11 <http://www.imf.org/external/np/speeches/2008/050808.htm>

del 2008, el índice RJ/CRB¹² de commodities aumentó casi un 30%, mientras que la moneda norteamericana sufrió una depreciación cercana al 12% frente a la moneda europea.

Cabe recordar que, manteniendo todas las variables constantes, por cada tonelada adicional de biodiesel producido a partir de la transesterificación de óleos vegetales, la oferta global de aceite se verá reducida en un volumen casi igual. En última instancia, ésta relación entre insumo y producto final está modificando la ecuación de beneficios que mantenían históricamente las empresas del complejo sojero-aceitero.

Una forma aproximada de medir la rentabilidad de las empresas acopiadoras y procesadoras del grano de soja es el “*crush spread*” o margen técnico, que mide los márgenes primarios de ganancia en la molienda o *crushing* del grano.¹³ Dicho margen “sintético” se genera a partir de la cotización spot de los subproductos de la molienda aceite, pellet o expeller, y el precio del grano de soja. Asimismo, el mencionado indicador se comercializa en “paquetes” de contratos a futuro, herramienta que resulta sumamente eficaz para mitigar el riesgo implícito en la comercialización futura de granos y derivados.¹⁴

Así como la demanda adicional de aceite para la posterior transesterificación (proceso que convierte el aceite vegetal en biodiesel) está modificando la ecuación de beneficios para dichas firmas, el resultado último sobre el margen de rentabilidad dependerá de la compleja interacción entre oferta y demanda de estos productos e insumos. El desempeño de otros bienes sustitutos como la palma, la colza y el girasol así como el desarrollo de eslabonamientos hacia adelante, como el caso de la proteína animal, y hacia atrás, como los insumos petroquímicos, también modifican los resultados. De acuerdo a cálculos del CBOT, la rentabilidad de la operación en Argentina aumentó notablemente entre el 2005 y 2007, superando los márgenes norteamericanos.

Durante los últimos quince años, la industria argentina procesadora de cultivos oleaginosos ha aumentado más de tres veces la molienda de granos, alcanzando la cifra de 39 millones de toneladas en el 2007. En total, se obtienen unas 29 millones de toneladas de subproductos y más de 8 toneladas de aceite. De 36 millones de toneladas de soja procesadas, casi 7 millones de toneladas son materia oleica mientras que 28 millones de toneladas son subproductos. Casi el 90% de la

12 Índice Reuters/Jefferies CRB

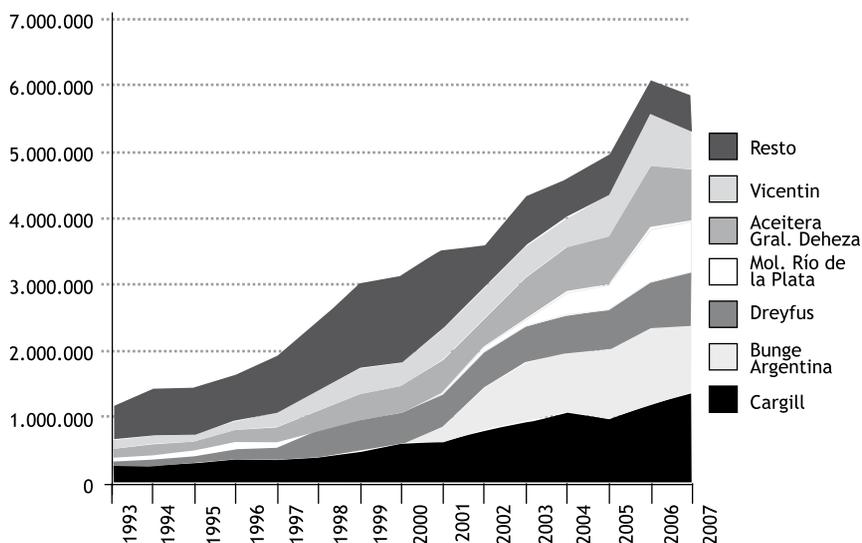
13 Para obtener el margen bruto de ganancias, se deben contabilizar las ventas menos el costo de ventas, y éste último es la suma de la materia prima, insumos, costo laboral y carga fabril.

14 El “*crush spread*” puede negociarse en el Chicago Board of Trade (CBOT) —uno de los principales mercados donde se negocian commodities en el mundo— a partir de la creación de dicho indicador sintético. Ver www.cbot.com/docs/78171.pdf para una mejor explicación del índice.

producción mencionada, tanto de aceites como pellets y expellers, tiene como destino el mercado externo.

Al igual que en el mercado externo, la industria aceitera argentina se encuentra concentrada en pocas empresas, la mayoría de ellas multinacionales. Éstas son además las principales acopiadoras de grano del país, característica que les otorga el control sobre el mercado de exportación nacional. Según surge del Gráfico 7, el principal exportador de aceite de soja es Cargill, concentrando el 24% de las ventas. Luego se ubica la empresa Bunge, responsable del 17%, seguida por Louis Dreyfus Molinos y Aceitera General Deheza, con valores cercanos al 14% cada una. Vicentín, empresa de origen nacional, despacha el 9% del total de las exportaciones.

Gráfico 7
Exportaciones Argentinas de Aceite de Soja por Empresa, 1993-2007
(Toneladas)



Fuente: CIARA

La capacidad nacional de molienda de cultivos oleaginosos se encuentra fuertemente concentrada. La zona de San Lorenzo, en la provincia de Santa Fe, se ha convertido en el principal polo de crushing oleaginoso nacional. Tanto la cercanía a los insumos, como las instalaciones portuarias sobre el río Paraná y la infraestructura de acopio y transporte ferroviario, han contribuido a generar un nodo productivo que concentra el 81% de la capacidad de procesamiento de oleaginosas a nivel nacional. Según datos del 2006, las instalaciones están facultadas para procesar unas

44 millones de toneladas de granos, lo que representa cuatro veces la producción de granos de soja de dicho departamento. Comparativamente, la Provincia de Buenos Aires cuenta solamente con una capacidad de procesamiento de 5,5 millones de toneladas, es decir el 11% de la capacidad de procesamiento nacional.

2.3 Cultivos Oleaginosos

Las pasadas cuatro décadas vieron incrementar de forma significativa tanto la frontera agrícola como la productividad por hectárea. Estos cambios, producto de mejoras en semillas y fertilizantes así como en la difusión de nuevas tecnologías para la siembra y cosecha, posibilitaron la duplicación del área sembrada en oleaginosas a nivel mundial. Consecuentemente, los volúmenes producidos alcanzan hoy valores cuatro veces mayores que en el pasado, donde la soja es el principal cultivo de esta variedad por su adaptabilidad y resistencia.

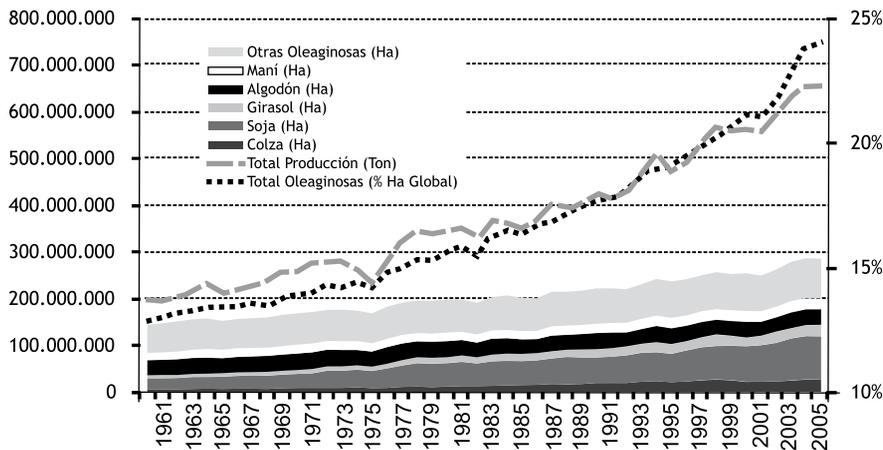
La evolución en el incremento de los rindes por hectárea impactó en su participación en el área sembrada global ubicándose actualmente en poco más del 30%, mientras cuatro décadas atrás era inferior al 15%. Dentro de las principales mejoras para la producción de soja se encuentra la aplicación de técnicas como la siembra directa -método de siembra significativamente más económico- y el uso de Organismos Genéticamente Modificados (OGM), que permiten la utilización de herbicidas de alto poder sin llegar a dañar al cultivo. Como puede observarse del Gráfico 8, la soja representa actualmente más del 30% del área sembrada mundial. Por otro lado, cultivos como el girasol y la colza duplicaron su superficie a lo largo de las tres últimas décadas, mientras que cultivos como el algodón y el maní presentan un estancamiento relativo en su participación.

La producción mundial de granos oleaginosos asciende a 750 millones de toneladas, de las cuales un 85% es destinado a molienda, en tanto que el resto se orienta al consumo directo. Tal como surge del Gráfico 9, en la actualidad el principal país productor es Estados Unidos, con una producción de 90 millones de toneladas, cifra que representa un 40% del volumen mundial.

Le sigue Brasil, cuya producción ronda las 50 millones de toneladas, representando el 23% del mercado. Y en tercer lugar se ubica Argentina, con una producción de 40 millones de toneladas, siendo su participación en el mercado cercana al 19%.

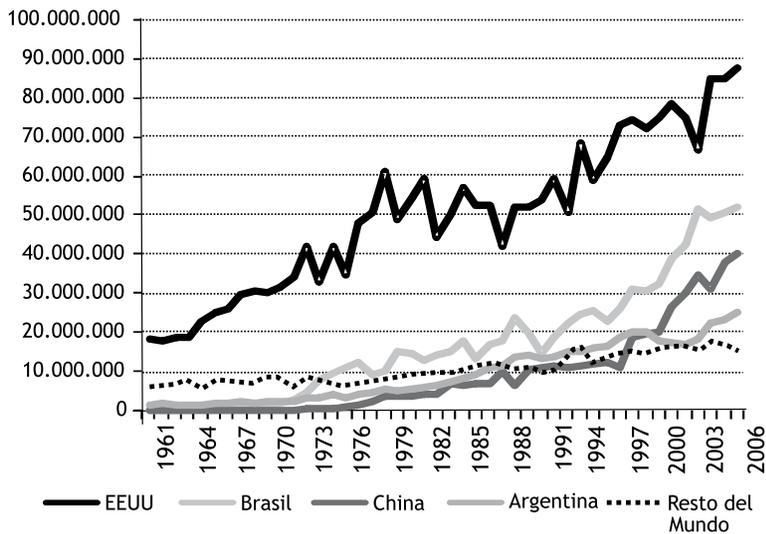
El comercio internacional de cultivos oleaginosos se encuentra concentrado en pocas variedades. De un intercambio de 80 millones de toneladas, el total correspondiente a soja representa el 84%. Los principales destinos son los países que conforman la Unión Europea y China. Lejos en el ranking, la colza participa

Gráfico 8
Área Sembrada y Producción de Oleaginosas en el Mundo



Fuente: FAO

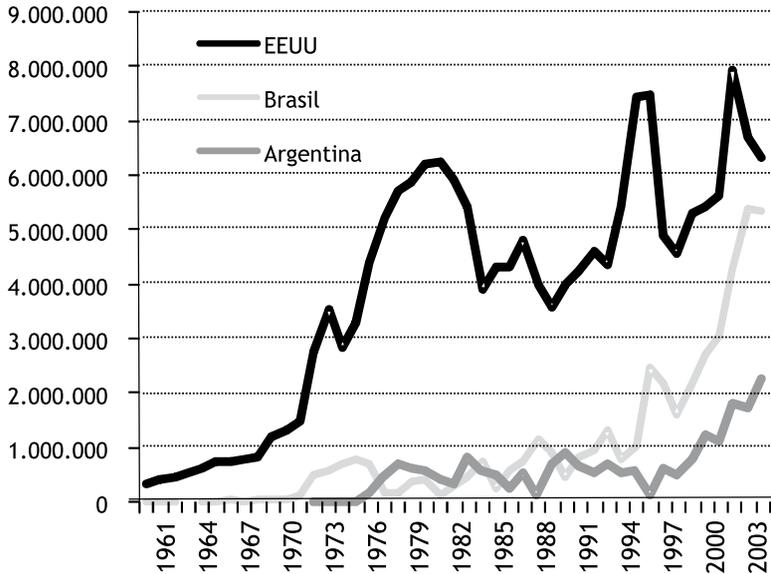
Gráfico 9
Producción de Soja en el Mundo (Toneladas)



Fuente: FAO

sólo con el 8% del comercio mundial. Como proporción de la producción global, el intercambio mundial de soja se encuentra en el orden del 30%, mientras que la colza se ubica en el 15%, seguida por el maní y el girasol, cercanos al 5%.

Gráfico 10
Exportaciones de Soja por País, 1961-2005 (Miles US\$)



Fuente: FAO

Consecuentemente, dada la importancia de la soja en la producción de materias primas oleaginosas y el elevado porcentaje que ocupan los flujos de comercio en los volúmenes cosechados, es preciso mencionar algunas tendencias globales que configuran el mercado de uno de los principales insumos utilizados para la producción de biocombustibles. En primer lugar, es necesario mencionar el creciente saldo exportado por Estados Unidos desde principios de la década de 1960. Entre 1961 y 1982, las ventas globales de soja realizadas por el país norteamericano se quintuplicaron, pasando de poco menos de 500 millones de dólares a más de 6 mil millones de dólares. Posteriormente, entre 1989 y 2003 dicho volumen se duplicó de 4 mil a 8 mil millones de dólares. Más notable aún ha sido la reciente irrupción de Brasil en el mercado de exportación de dicha oleaginosa. Entre 1995 y 2005, sus ventas externas de soja aumentaron cinco veces, a más de cinco mil millones de dólares (ver Gráfico 10), fenómeno que se explica por el aumento de los saldos exportables y por el incremento de la productividad en el sector.

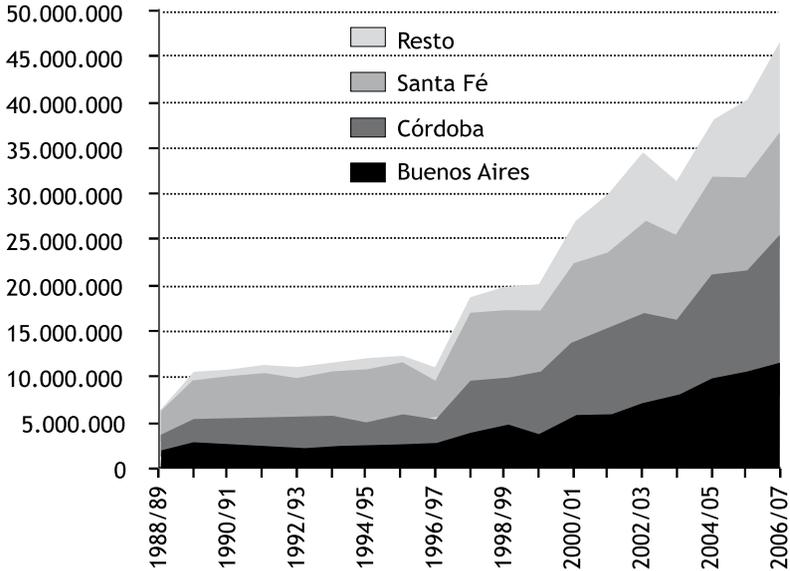
La demanda mundial de soja se compone fundamentalmente de las adquisiciones europeas, las cuales se ubican en valores cercanos a los 4.500 millones de dólares anuales. Japón es otro importante demandante, siendo sus compras cercanas a los 1.500 millones de dólares. China, cuya incorporación en la demanda global es relativamente reciente, se convirtió en el principal comprador, siendo sus importaciones de casi 8.500 millones de dólares. Este significativo aumento en el consumo del gigante asiático se explica fundamentalmente por el incremento de las cantidades consumidas de proteína animal, regularidad empírica observada en naciones que logran converger a ingresos per cápita más altos. La mayor demanda de carne bovina, aviar y porcina en el país asiático afectó la demanda de soja, dado que es uno de los cultivos forrajeros más difundidos a escala mundial.

Si bien Argentina cuenta con una canasta de productos oleaginosos diversificada, que incluye cártamo, colza, lino, algodón y maní, es principalmente la soja, seguida por el girasol, los cultivos que concentran más del 97% del área sembrada por oleaginosas y casi la totalidad de los volúmenes producidos. La evolución en la producción de dicha oleaginosa muestra una marca histórica para el ciclo 2006/07 donde la cosecha alcanzó las 47 millones de toneladas, cuatro veces mayor a la registrada en 1996/7. En principio la soja se instaló en una zona históricamente dedicada al maíz, siendo utilizada en rotación con el trigo. Sin embargo, su alto grado de adaptación y rentabilidad la transformaron en el cultivo por excelencia de la zona central argentina. Actualmente, los elevados precios internacionales y el significativo incremento en la productividad han llevado a la expansión de la frontera agrícola de este cultivo hacia zonas no tradicionales como Chaco y Salta entre otras. Históricamente las zonas responsables por el grueso de la cosecha sojera se ubicaron en el cinturón de la Pampa Húmeda que incluye a Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires.

Si bien todas estas áreas han logrado aumentar los rindes y el volumen de granos cosechados, resulta notorio el incremento de la producción en Córdoba a partir del 2003/4, siendo actualmente la principal provincia productora, con unas 14 millones de toneladas (un 30% del total). Santa Fe y la Provincia de Buenos Aires contribuyen con casi 12 millones de toneladas, aproximadamente 24% del total cada una.

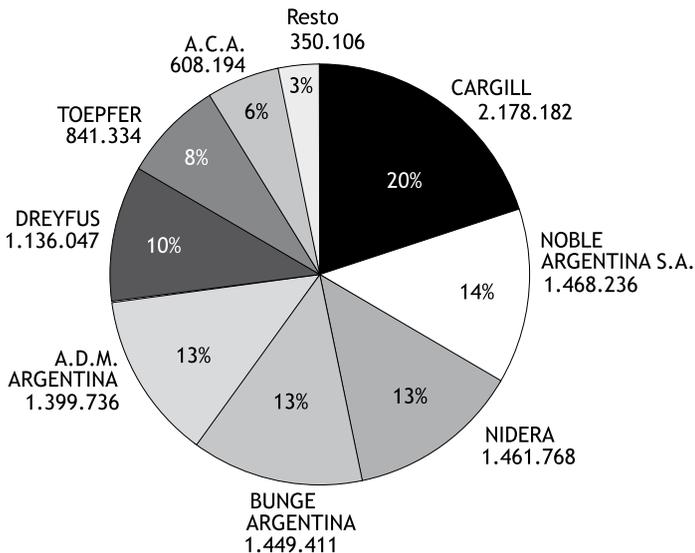
Respecto a las exportaciones de grano de soja, durante el 2007 se destinaron unas 11 millones de toneladas al mercado internacional, siendo China destino del 75% de estas ventas, que medido en términos de producción local representó el 24% de la cosecha argentina. Entre las empresas exportadoras del grano, al igual que en el segmento aceitero, se destaca la presencia de las multinacionales especializadas en agroalimentos. Durante el año 2007, Cargill exportó más de 2 millones de toneladas las cuales representan el 20% del total exportado. Otras empresas como Noble Argentina, Nidera, el grupo Bunge, ADM y Louis Dreyfus concentran cada una cerca del 13% del total exportado. Como vimos, estas empresas también participan del

Gráfico 11
Producción de Soja en Argentina por Provincia (Toneladas)



Fuente: CIARA

Gráfico 12
Exportación de Grano de Soja por Empresa, 2007 (Toneladas)



Fuente: SAGPYA

negocio del biodiesel mostrando un fuerte grado de integración vertical que abarca desde el acopio hasta la producción de biodiesel.

Según diversas fuentes, la implementación de la Ley 26.093, que establece un corte mínimo del 5% tanto para nafta como gasoil a alcanzar en el 2010, generará una demanda interna cautiva cercana a las 613 mil toneladas de biodiesel. Para satisfacer esta necesidad sería necesario destinar cerca del 9% de la superficie sembrada por soja actual, es decir cerca de 1.395 mil hectáreas. Para el caso del girasol, cultivo muy difundido a nivel nacional, los requerimientos aumentan al 34% de la superficie sembrada actualmente alcanzando las 773 mil hectáreas. La principal desventaja de la utilización de éste como materia prima radica en su competencia directa con el consumo humano, además de resultar muy costoso el aceite como insumo.

Dentro de las oleaginosas, surgen varias alternativas a los cultivos más difundidos. La Tabla 3 muestra el bajo porcentaje de aceite en semilla que posee la soja, de sólo 18%, alcanzando un rendimiento de 502 litros de biodiesel por hectárea. El girasol casi duplica estos valores, siendo su porcentaje de aceite en semilla cercano al 45% y su rendimiento de 906 litros de biodiesel por hectárea. La colza, principal cultivo utilizado por la Unión Europea para la producción de biodiesel, registra valores similares al girasol. Sin embargo, el ricino y la jatropha presentan rendimientos muy superiores. Los porcentajes de aceite en semilla se encuentran en torno al 50% y los rendimientos de biodiesel por hectárea son de 1.290 y 1.419 respectivamente. Estas cifras los muestran como alternativas ante la necesidad de utilizar la menor cantidad de tierra fértil posible, aunque claramente ello significaría modificar la estructura actual de cultivos.

Tabla 3
Rendimientos de biodiesel por hectárea para distintos cultivos

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	% de aceite en semilla	Rendimiento (kg aceite/ha)	Lts Biodiesel/ha
Jatrofa	2.500	0,55	1.375	1.419
Ricino (tártago)	2.500	0,5	1.250	1.290
Colza	1.800	0,5	900	929
Girasol	1.950	0,45	878	906
Soja	2.700	0,18	486	502
Cártamo	1.100	0,35	385	397

Fuente: Schvarzer, J.; Tavosnanska, A. en base a datos de SAGPyA.

La jatropha es una *Euphorbiacea* originaria de América Central que contiene un aceite en su semilla no apto para consumo humano. Dentro de los atractivos de

este cultivo se encuentra su elevado grado de resistencia a sequías, requiere entre 250 y 600 mm de lluvia al año, y sus características pesticidas y fungicidas que evitan el uso de fertilizantes. A nivel global se están realizando distintas pruebas para la producción de bioenergía a partir de ésta oleaginosa. Entre las más interesantes, se encuentra una propuesta de la FACT Foundation, que realiza actualmente pruebas en Mali, Mozambique y Honduras. Allí se experimenta el uso del cultivo para la producción de energía eléctrica y biogás mezclado con diesel convencional y aceite vegetal puro.

En Argentina no hay disponibles pruebas que indiquen su adaptación al suelo y clima doméstico, pero pareciera ser un cultivo apropiado para la zona Noreste, cuyas tierras no compiten con las utilizadas por los cultivos para consumo humano. Actualmente sólo se cuenta con información de prensa de donde surgen muchos proyectos experimentales. En la mayoría de los casos, son agentes locales asociados con inversores extranjeros quienes están realizando cultivos de pequeña escala en provincias como Santiago del Estero, Catamarca, San Juan, Formosa y la Rioja. La mayoría de estos proyectos tiene por objeto testear la adaptabilidad del cultivo al suelo y su rendimiento en las distintas zonas del norte argentino. Se conoce asimismo que tres firmas nacionales comenzarán a producir biocombustible de *jatropha*: Carlos Casado, Celulosa Argentina y Patagonia Bioenergía.

El ricino o tártago es, al igual que la *jatropha*, una *Euphorbiaceae* que contiene un elevado grado de aceite en su semilla. La producción nacional de este cultivo se ubica en torno a las 3 toneladas y se concentra en la provincia de Misiones. En Argentina se conocen proyectos experimentales en Tartagal, Chaco y Formosa que vinculan comunidades aborígenes, encargadas del trabajo de la tierra, inversores privados y el municipio como ente articulador. Dentro de las ya mencionadas potencialidades de esta semilla se suma la de ser, a diferencia de la soja, uno de los mejores recuperadores del suelo.

Dentro de los atractivos de ambos cultivos se encuentra no sólo la no competencia por tierras fértiles, sino el desarrollo del eslabón que mayor valor agregado genera en la cadena como es la producción primaria. A pesar de ello, existen dificultades aún no resueltas en lo referente a la mecanización de la cosecha. Consecuentemente, la soja y el girasol emergen entonces como los principales insumos para el biodiesel por el desarrollo alcanzado en materia de genética y control de la producción a diferencia de los cultivos alternativos.

2.4 Alternativas a los Cultivos Tradicionales: Biodiesel de Microalgas

El biodiesel de microalgas merece una sección aparte debido a las características y potencialidades que presenta, así como el límite en el desarrollo a escala para

la producción de biodiesel que aún posee. Como se mencionó, el biocombustible en base a oleaginosas como soja y girasol presenta problemas vinculados a las dificultades para expandir extensivamente la frontera agrícola a nivel mundial, cuestionando de esa forma la sustentabilidad del reemplazo de los combustibles fósiles por este tipo de energía.

La Universidad de Massey presentó un estudio donde se analiza distintas cultivos en pos de abastecer el combustible requerido por el 50% del sistema de transporte estadounidense. Tal como surge de la Tabla 4, las necesidades de soja rondarían las 594 millones de hectáreas o 3,2 veces la totalidad de la tierra cultivable en Estados Unidos. La *Jatropha*, cultivo de elevado rendimiento de biodiesel por hectárea, necesitaría 140 millones de hectáreas, es decir el 77% de la superficie agrícola estadounidense. Las algas, en cambio, pueden reemplazar el 50% del combustible vehicular utilizando sólo 2 millones de hectáreas, es decir el 1,1% de la tierra cultivable estadounidense. Estos últimos valores pertenecen a aquella variedad de algas que genera cerca del 70% de aceite. Si se utilizasen en cambio algas con 30% de aceite, la cantidad de tierra necesaria ascendería a 4,5 millones de hectáreas, cifra que sigue siendo significativamente menor a la requerida por la *jatropha* y soja.

Tabla 4
Comparación de distintos recursos para la producción de biodiesel

Grano	Aceite (L/ha)	Área cultivable requerida (M ha) (a)	% de la superficie cultivable de Estados Unidos
Maíz	172	1.540	846
Soja	446	594	326
Canola	1.190	223	122
<i>Jatropha</i>	1.892	140	77
Coco	2.689	99	54
Aceite de palma	5.950	45	24
Microalga (b)	136.900	2	1,1
Microalga (c)	58.700	4,5	2,5

(a) Para proveer al 50% del combustibles requerido por los Estados Unidos

(b) 70% aceite en la biomasa

(c) 30% aceite en la biomasa

Fuente: Yusuf Chisti, Biodiesel from microalgae

Las microalgas son capaces de generar diversos tipos de combustibles renovables, entre los que se encuentran el metano, producido por digestión anaeróbica;

el biodiesel, derivado del aceite de microalgas, y la producción fotobiológica de biohidrógeno. Estas formas celulares primitivas captan dióxido de carbono del aire y nutrientes del agua utilizando la energía de la luz para transformar la materia inorgánica de su medio externo en materia orgánica requerida para su desarrollo. Mediante este proceso, denominado fotosíntesis, las algas acumulan aceite en su interior y liberan oxígeno a la atmósfera. Una característica importante a señalar es el corto tiempo que las algas emplean para su reproducción, permitiendo achicar el lapso entre su crecimiento y transformación en aceite. Su estructura celular simple, combinada con su capacidad de crecer en medios de cómodo acceso como resulta ser el agua, las convierte en eficientes fábricas capaces de tomar energía solar y carbono y transformarlo en energía líquida —aceite de algas—.

El cultivo de microalgas y su conversión posterior a biodiesel mediante un proceso de esterificación permiten obtener entre 58.700 y 136.900 litros por hectárea. Para alcanzar estos resultados, existen 2 métodos de producción alternativos a gran escala: los fotobiorreactores y los piletones. Los primeros consisten en una serie de tubos plásticos o de vidrio donde se captura luz solar. Las microalgas circulan desde un reservorio hacia los fotobiorreactores para maximizar la luz solar que logran captar. Los piletones se encuentran a cielo abierto, derivando de ello problemas como las variaciones en la temperatura, la contaminación con algas indeseadas y la pérdida de dióxido de carbono. A pesar de ser el método más barato, se obtiene una menor productividad de la biomasa en contraposición a los fotobiorreactores.

Del proceso productivo surge no sólo el aceite necesario para biocombustibles sino que las microalgas contienen además numerosos subproductos, los cuales pueden comercializarse convirtiéndose en una parte importante de la rentabilidad de la industria. Una refinería de microalgas puede producir de forma simultánea pasta de algas de alto contenido proteico, que puede utilizarse como alimento animal, energía eléctrica y, a partir de la digestión anaeróbica, biogás.

Una de las desventajas que existe en la utilización de esta materia prima surge de su elevado nivel de ácidos grasos poliinsaturados en contraste al aceite vegetal. La presencia de estos ácidos incrementa los riesgos de oxidación durante el almacenamiento, razón por la cual se reduce su aceptación como insumo para biodiesel. De hecho bajo las normas de calidad establecidas en la Unión Europea, muchas variedades de microalgas no serían viables, de no mediar otros procesos tecnológicos cuya factibilidad económica se encuentra todavía bajo estudio.

Asimismo, en el informe de la Universidad de Massey se subraya que mientras el costo del petróleo era en 2006 de u\$s 0,49/litro —precio exento de impuestos y gastos de comercialización—, los valores para el biodiesel en base al aceite de palma se encontraban alrededor de u\$s 0,66/litro. El aceite de algas, en cambio, tenía un costo de u\$s 2,8/litro. Consecuentemente, el objetivo estratégico se encuentra entonces en lograr reducir dichos costos, de forma tal de convertir el biodiesel de microalgas en una alternativa rentable.

En Argentina existe actualmente un proyecto de investigación y desarrollo conjunto de la empresa Oil Fox y las Universidades de Buenos Aires, la Patagonia y la empresa Biocombustibles de Chubut. El proyecto cuenta con una planta de piletones instalados en la localidad de San Nicolás donde cultivan algas y extraen de allí el aceite que constituye la base para la generación de combustible. El emprendimiento conjunto de la empresa y la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires tiene por objeto poner en funcionamiento una planta de escala piloto para la producción industrial, donde se compruebe la capacidad de enzimas extraídas del páncreas e hígado de cerdo para producir combustibles. Asimismo, la empresa se encuentra experimentando también con la potencialidad de distintas variedades de algas y la combinación de la producción a través de piletones y fotobiorreactores.

Países como Estados Unidos, Israel, Australia y Japón también se encuentran experimentando distintas alternativas para la obtención rentable de biocombustibles a base de microalgas. La ventaja de su elevado rendimiento de aceite por hectárea en comparación con las oleaginosas y su rápida reproducción parece indicar que quien desarrolle el método para producir a escala de forma rentable, tendrá el dominio sobre el mercado futuro de biodiesel.

2.5 Otros insumos y bienes para el proceso de transesterificación

2.5.1 Bienes Intermedios

Según datos de la industria petroquímica, la producción mundial de metanol alcanza las 45 millones de toneladas anuales, siendo China el principal productor con casi 11 millones de toneladas (distribuidas en 200 plantas industriales), lo que implica una participación de mercado algo menor al 30%. La firma Methanex es el líder en la producción de metanol, localizada en Canadá, Chile y el Caribe. Típicamente, el insumo principal para su producción es el gas natural, aunque también puede ser obtenido de fuentes renovables como la madera o en base a desechos.

Argentina produce aproximadamente unas 450 mil toneladas de metanol necesarias para la transesterificación, utilizando dos plantas; una ubicada en puerto San Martín (Rosario) y, otra de dimensiones superiores en Plaza Huincul (Neuquén). El mercado local llega a 100 o 110 mil toneladas, lo cual arroja un saldo exportable de 340 mil toneladas.

En cuanto a los productores en el mercado doméstico, Resinfor Metanol (Grupo Dreyfus —también operador del complejo oleaginoso—) operó desde inicios

de los '90 una planta de metanol, integrada con la producción de formaldehído o concentrado urea-formol. La misma —luego adquirida por el Grupo Arauco de Chile, en 2005— está ubicada en el Polo Petroquímico de San Lorenzo, cercano a las futuras plantas de biodiesel. Por otra parte, Repsol YPF puso en marcha su planta de producción de Metanol en diciembre de 2001, y exporta gran parte de su producción a los Estados Unidos, además de abastecer al mercado argentino. La planta se originó a partir de la disponibilidad de la compañía de gas natural —materia prima del Metanol— en la provincia del Neuquén, con el objetivo de abastecer el mercado local, el consumo interno de Repsol YPF y exportar los excedentes que representan más del 80% de la capacidad nominal.

2.5.2 Bienes de Capital

La firma alemana Lurgi es la principal proveedora de la tecnología utilizada en el proceso de transesterificación. Se estima que entre 30% y 40% de la capacidad instalada de producción de biodiesel en el mundo utiliza esta tecnología. Entre ellas, el complejo de Ecofuel, Renova y Unitec Bio provienen de dicha firma. La tecnología de Lurgi está certificada para producir biodiesel bajo la norma europea EN 14214 de calidad. En cuanto a la escala de producción, las plantas construidas por dicha empresa oscilan entre 40 mil y 500 mil toneladas al año, cifra que resulta muy superior a la escala ofrecida por las empresas argentinas. Las mismas son New Fuel SA, que ofrecen maquinaria con capacidad de producir entre 9 y 50 mil toneladas al año de biodiesel; Biofuels SA, que ofrece tecnología para producciones cuya escala se encuentra entre 72 y 800 toneladas al año; y Biodiesel del Plata, para escalas entre 3.600 y 72.000 toneladas al año. También encontramos a E-Plus, Grupo de Ingeniería Aplicada, Metalúrgica Gentile, y Argendiesel, entre otras.

2.6 Transporte, Distribución y Demanda Vehicular

Otro de los eslabones fundamentales de la cadena de valor de los biocombustibles en Argentina se vincula con la capacidad de movilización de las materias primas y sus productos derivados. La comercialización de granos, subproductos y aceites tiene como una de las principales fases la referida al transporte, debido al alto volumen y valor por unidad de peso relativamente bajo que tienen los mismos. Se une a esto el hecho de que las producciones agrícolas deben trasladarse a los centros de consumo o a los puertos para su exportación, que suelen estar a grandes distancias.

Tabla 5
Capacidad de Carga para Embarque del Cluster Oleaginoso

PUERTO	Titular/ Denominación	Capacidad de Almacenaje (Miles de Ton)			Ritmo de Carga (TM/H)	
		Aceite	Harinas	Granos	Subprod.	Grano
Terminal 6	Terminal 6 S.A.	143	460	65	1.000	1.460
Quebracho	Cargill SACI	82	285	415	1.200	2.000
Nidera	Nidera S.A.	35	46	350	700	1.200
Dempa/ Pampa	La Plata Cereal	35	500		n/d	1.000
El Transito	Toepffer Int. S.A.	10	130		n/d	1.700
Pto. ACA S. Lorenzo	Asoc. Coop. Arg.	36	240		1.000	2.000
Vicentín	Vicentin SAIC	30	250		1.450	2.400
Rosario-Guide	Bunge Argentina S.A./ AG Deheza	71	n/d	n/d	n/d	n/d
Gral. Lagos	Louis Dreyfus	90,9	500	500	1.500	2.500
Resto	n/d	50	78	1.726	n/d	n/d
Total País	n/d	421,8	2.489	4.176	n/d	n/d

Nota: las capacidades de harinas y granos compartidas, fueron contabilizadas a cada total.

Fuente: CIARA

La movilización de mercadería a través de medios fluviales es la más ventajosa debido a la maximización de traslado por escala y la minimización de riesgos ambientales derivados de la menor polución. Desde el punto de vista económico se posiciona como la opción más eficiente en relación al transporte ferroviario y transporte pesado de carga. En este sentido, los puertos de mayor capacidad de la hidrovía Paraná – Santa Fe están vinculados al polo productivo de las oleaginosas. Según la Tabla 5, las firmas del clúster cerealero y oleaginoso que se encuentran incursionando en la producción de biodiesel, operan sus propios puertos de carga.

De hecho, la producción de biodiesel se lleva a cabo en los mismos predios de las empresas en la ribera del Paraná, o bien a distancias acotadas.

Los grandes países productores y exportadores, como EE.UU., Brasil, China, India, Canadá, etc. son países de enorme extensión, cuya producción ganaría enfrente grandes distancias a los centros de consumo y distribución. En Estados Unidos la distancia desde el Medio Oeste, principal zona productora de maíz y soja a los puertos del Golfo de México llega a los 2 mil kilómetros. Situación similar ocurre con Brasil donde el principal estado productor de soja, Mato Grosso, se encuentra a una distancia entre 1.600 y 2.000 kilómetros de los puertos del Atlántico.

En el caso de Argentina, las distancias son bastante menores. Para la soja, el 50% de la producción se encuentra en un radio de 300 kilómetros de distancia de los principales puertos. Sin embargo, en los últimos años la frontera agrícola se ha ido extendiendo hacia el noroeste y norte del país, a distancias de entre 700 y 1.000 kilómetros. Argentina transporta alrededor de 70 millones de toneladas de granos por camión, lo que equivale al 83% del total cosechado. Por su parte, el transporte por ferrocarril traslada unas 13 millones de toneladas, equivalentes al 16% de la producción, mientras que por hidrovía se trasladan 1 millón de toneladas. Este último transporta granos desde Barranqueras, norte santafesino, a los puertos de San Lorenzo y San Martín.

Tal como se encuentra configurada la cadena de distribución y mezcla actualmente, el biodiesel producido para el mercado doméstico provendría de las firmas participantes en el programa de incentivos gubernamentales estipulados en la Ley 26.093. Según la normativa vigente y las complementarias, se obligaría a las empresas mezcladoras (que en la práctica son las mismas empresas refinadoras del sector petroquímico) a proveerse únicamente del biodiesel producido por las firmas habilitadas por el gobierno para vender al mercado interno.

Tabla 6
Producción de Gasoil por Empresa y Planta 2006

Empresa	Planta	Metros Cúbicos	%
ESSO S.A.P.A.	Campana	1.592.655	12,8%
PETROBRAS Energía S.A.	Eliçabe	645.843	5,1%
	San Lorenzo	764.190	6,0%
REFINOR S.A.	Campo Durán	331.284	2,5%
SHELL C.A.P.S.A.	Dock Sud	1.713.458	13,7%
	La Plata	3.559.086	28,7%
YPF S.A.	Luján de Cuyo	3.472.652	27,3%
	Plaza Huinçul	486.310	3,8%
TOTAL		12.570.264	100,0%

Nota: El resto de las empresas no incluidas en la tabla representan el 2,5% de la oferta restante.

Fuente: *Secretaría de Energía.*

Estas empresas productoras del biocombustible, que se espera operarán en escala más pequeña que las del sector de cereales y/o oleaginosas, deberán despachar el B100 o E100 mediante transporte terrestre de cargas para su posterior mezclado. Debido a que las únicas firmas habilitadas para realizar la mezcla del biodiesel con

el gasoil, o del bioetanol con las naftas, resultan aquellas firmas autorizadas por la Secretaría de Energía y que cuentan con la infraestructura para ello, se deben contemplar algunas características básicas de la estructura de producción, distribución y consumo de combustibles líquidos.

De la Tabla 6 se deduce que tres empresas refinadoras y productoras de gasoil concentran fuertemente la producción nacional de los carburantes. Repsol YPF, Esso, Petrobrás y Shell CAPSA son responsables casi de la totalidad de la producción nacional de gasoil y sus cortes, que ascendió a más de 12 millones de metros cúbicos en el 2006. Dicha tarea se lleva a cabo en siete plantas distribuidas de manera asimétrica, tanto geográficamente como en términos de su capacidad productiva. De esta forma, las plantas de La Plata (Repsol YPF), Campana (Esso) y Dock Sud (Shell), todas ubicadas en un radio cercano a la Ciudad de Buenos Aires, producen más del 55% del volumen nacional de gasoil.

Asimismo, debemos observar cómo se distribuye geográficamente la demanda de los combustibles utilizados en Argentina. Tal como se exhibe en el gráfico 13, el consumo de gasoil por provincia se concentra muy fuertemente en los principales centros urbanos del país. Principalmente, en la Provincia y Ciudad de Buenos Aires, que concentran el 40% del consumo nacional, seguidas por Córdoba y Santa Fe que representa el 11% cada una y Mendoza cuyo consumo representa el 5%.

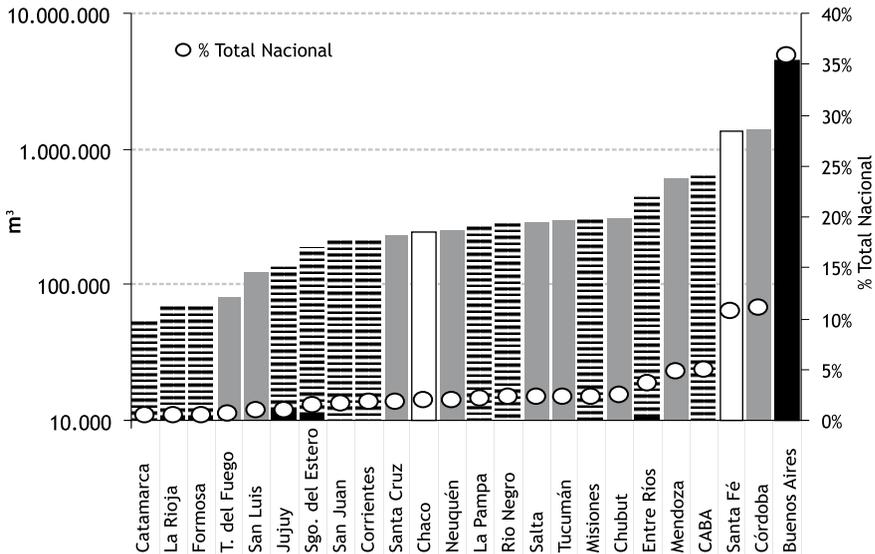
De las cifras anteriores surgen una serie de factores importantes en lo vinculado a la distribución de biocombustibles B95 o E95. En primer lugar, existe una clara concentración en el consumo de combustibles donde el cinturón metropolitano de la Ciudad de Buenos Aires y Córdoba concentra el 46% del mismo. Por otra parte, dichas provincias producen el 53% de la soja a nivel nacional, aunque solamente procesan el 5% y 7% respectivamente.

Mientras tanto, el 88% de la molienda de dicha oleaginosa se realiza en Santa Fe, provincia que consume solo el 10% del gasoil a nivel nacional y produce el 25% del poroto de soja en el país.

Resulta preciso entonces señalar la importancia de la localización de las firmas que proveerán biodiesel para consumo doméstico. La producción de aceite es realizada mayoritariamente en la Provincia de Santa Fe, donde se cuenta con la capacidad instalada del clúster oleaginoso en la ribera del Paraná. Sin embargo, las vías de conexión se encuentran ya congestionadas con los actuales volúmenes de producción, lo que significará mayores presiones en materia de infraestructura y logística.

La localización de futuras inversiones para producir biodiesel y bioetanol que puedan abastecer a los principales mercados domésticos resultará muy importante. De manera natural, dicha producción habrá de alojarse cerca de la producción de materia prima, aunque el sur de la Provincia de Buenos Aires contaría la mayor ventaja relativa en relación a otras provincias potencialmente productoras como Córdoba.

Gráfico 13
Venta de Gasoil por Provincia 2006 (Metros Cúbicos)



Nota: Las provincias señaladas en barras rayadas no poseen terminales de despacho de hidrocarburos.

Fuente: Secretaría de Energía y Centro Tecnológico de Transporte. Tránsito y Seguridad Vial. Universidad Tecnológica Nacional (2007).

En tal sentido, esto quedaría determinado por la cercanía en forma simultánea a una de las fuentes más importantes de materia prima, al polo refinador/mezclador de La Plata-Campana-Dock Sud, y al principal mercado consumidor de combustibles en el país. Sin embargo, resulta un interrogante los efectos de las mayores necesidades logísticas para regiones más alejadas del principal conglomerado nacional.

Según el actual esquema, el B100 o E100 deberá abandonar las provincias productoras, para ser mezclado con gasoil en las plantas refinadoras, localizadas a lo largo del eje Santa Fé-Rosario-Buenos Aires.¹⁵ Alternativamente, dicha tarea puede llevarse a cabo en las distintas terminales de despacho de hidrocarburos. Tal como exhibe el Gráfico 13, Buenos Aires se distingue del resto al alojar siete terminales, seguida por Santa Fé y Chaco con dos, y el resto de las provincias tienen solamente una o ninguna (ver Gráfico 13). Concluyentemente, la distribución geográfica de los mencionados centros de despacho de hidrocarburos permitiría mantener las condiciones logísticas de distribución inalteradas para satisfacer la demanda final.

15 Existe también la opción de Luján de Cuyo en la provincia de Mendoza.

Sin embargo, como fuera notado, resulta muy probable que los nuevos eslabonamientos de la cadena contribuyan a la congestión del transporte terrestre, a partir de la enorme concentración de la materia prima en la provincia de Santa Fé.

En casos como el de las provincias del noroeste, la nueva demanda de biocombustible podría generar oportunidades de inversión para procesar la materia prima y obtener biodiesel.¹⁶ Dada su cercanía a la planta refinadora de Campo Durán (Salta), dicho departamento podría convertirse en un centro distribuidor de la región del NOA. Asimismo, cabe destacar que la empresa Refinor opera un poliducto de una extensión cercana a 1100 Km., el cual se extiende desde Campo Durán hasta San Lorenzo-Santa Fe, y abastece a plantas de despacho en Tucumán, Córdoba y Santa Fe. Este poliducto transporta Gas oil, Naftas para uso petroquímico, naftas para uso automotor, kerosén, gas licuado, butano y propano, siendo utilizable también como medio de transporte para los biocombustibles.¹⁷

2.7 Polo Científico-Tecnológico¹⁸

Actualmente, un cierto número de agencias gubernamentales, organismos público-privados, centros de investigación y casas de estudio se encuentran llevando a cabo investigación y desarrollos tecnológicos aplicados a los biocombustibles.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) constituye uno de los principales polos de investigación relacionado con dicha temática. En términos institucionales, si bien depende de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGPyA), cuenta con autarquía operativa y financiera, y se encuentra dirigido por representantes del sector público, de Universidades Nacionales y de organizaciones de productores.¹⁹ El Instituto se encuentra participando de la investigación en por

16 La expansión de la frontera agrícola en los años recientes ha determinado el importante crecimiento de la oferta de oleaginosas en provincias como Santiago del Estero o Salta, traduciéndose en disponibilidad de materia prima.

17 Todavía resta, a la fecha de publicación del presente informe, la autorización de IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo) para el transporte de biocombustibles por su eventual efecto sobre el JP1, que es el combustible utilizado por los motores a reacción.

18 Aquí no tomamos en cuenta las empresas ligadas a desarrollos en biotecnología, como Monsanto, Nidera o Sygenta, que desarrollan nuevas variedades de cultivos genéticamente modificados (OGM) para aumentar la productividad de los cultivos oleaginosos, tanto en el rendimiento por hectárea sembrada, como en el contenido oleico de los granos para obtener mayores volúmenes de aceite, y por ende, de biodiesel.

19 Con el propósito de cumplir su función, dicha institución cuenta con 15 Centros Regionales, de los que dependen 47 Estaciones Experimentales Agropecuarias y 260 unidades de extensión. Las mismas cubren todo el país y se encargan de desarrollar actividades de investigación aplicada, experimentación y transferencia de tecnología. Asimismo, se integran a dicha red 15 Institutos de Investigación.

lo menos tres proyectos vinculados. El primero consiste en el *aprovechamiento de recursos vegetales y animales para la producción de biocombustibles*, que cuenta con tres nodos: Maizar (entidad representativa de la cadena del maíz en Argentina), el Programa Nacional de Biocombustibles (SAGPyA) y la Facultad de Agronomía de Universidad Nacional de La Pampa. Entre sus objetivos básicos, se incluye la caracterización de los diferentes cultivos energéticos con un ajustado manejo agronómico por regiones, la caracterización de productos intermedios y combustibles generados con su evaluación de rendimiento en aplicaciones agropecuarias y agroindustriales, el desarrollo de máquinas específicas para la recolección y tratamiento de diferentes cultivos energéticos, y la caracterización de procesos para la obtención de biocombustibles bajo norma de las diferentes fuentes de materia prima.

Por otra parte, el FONTAR (Fondo Tecnológico administrado por la Secretaría de Ciencia y Técnica) en conjunción con la Federación Agraria Argentina y la Universidad Tecnológica Nacional, también se encuentra fomentando el desarrollo de biocombustibles en diferentes tipos de emprendimientos. En primer lugar, ha financiado la investigación, desarrollo y puesta en marcha del proyecto BIOFAA, destinado a generar una planta modular de extracción de aceite y producción de biodiesel en base a colza. El concepto de la misma radica en que los productores destinan el 10% de su campo para el cultivo de colza, que durante el invierno está desocupado, para lograr el autoabastecimiento.

A través de dicho fondo también se realizan Aportes No Reembolsables (ANR) para el financiamiento parcial de innovaciones tecnológicas relacionadas a los biocombustibles, mediante un sistema de competencia. No obstante ello, en la última convocatoria (2006) no resultaron ganadores proyectos vinculados al biodiesel o los biocombustibles en general.

En otro orden, distintas casas de estudios universitarios (nacionales y regionales) han puesto en marcha proyectos de investigación relacionados con el desarrollo de cultivos energéticos y con la producción de metilésteres, como por ejemplo la Universidad del Litoral, Universidad Nacional de Cuyo y Universidad Nacional de Tucumán, entre otras.

En el ámbito de la Universidad del Litoral, pueden señalarse las destacadas labores del Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE), creado a partir de un acuerdo entre el CONICET y la mencionada casa de estudios. Como otros esfuerzos similares, este componente académico-científico y práctico, en conexión con la actividad privada, constituyen una parte muy importante de los esfuerzos de investigación para el desarrollo de biocombustibles. Asimismo, el componente regional obedece al grado de heterogeneidad de la potencialidad de las materias primas según el área estudiada, que ayuda a cada nodo regional a especializarse en el estudio de los cultivos o procesos más adaptables a su área de influencia.

Un caso es el de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, que llevó adelante el desarrollo de una planta piloto de biodiesel con auspicios privados, como así también la medición de las propiedades físico químicas de dicho combustible. Otros casos también han contado con un esquema tripartito formado por casas académicas, organismos público-privados y empresas. Allí puede mencionarse al Programa de Bioenergía de la Universidad Nacional de Cuyo 2007-2010, que aglutina a Repsol YPF y el INTA. Puntualmente, los objetivos del programa se basan en la adaptación de nuevos cultivos energéticos como la *jatropha*, el estudio de colza y el girasol en términos de su rendimiento en semilla y en aceite por unidad de superficie, su rentabilidad y balance energético. Asimismo, éste también contempla instalar y operar una planta en escala piloto para la obtención de biodiesel y estudiar en condiciones de laboratorio y planta piloto, la producción de biodiesel para desarrollar procesos transferibles a la industria local. Entre los principales logros obtenidos, pueden señalarse dos en particular. En primer lugar, la producción de etanol a partir de glicerina, mediante un proceso biológico que fue desarrollado por la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires. En segundo lugar, un conversor de hidrógeno a partir de etanol en donde también colaboró el Instituto de Desarrollo y Diseño de Santa Fé (INGAR). Dicha tecnología, cuya patente fue adquirida por la multinacional química Abengoa, ha resultado premiada en distintos foros y concursos dedicados a energías renovables.

También existen programas de investigación y desarrollo para el mejoramiento genético, manejo de enfermedades y plagas en la caña de azúcar, cuyo objetivo es contribuir a mejorar la competitividad de la agroindustria azucarera argentina. Según IICA (2007), el mismo cuenta con la participación del INTA, de gobiernos provinciales, Secretaría de Ciencia y Técnica y Universidades. Por otra parte, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) - un ente autárquico del Gobierno de la Provincia de Tucumán- cuenta con un área especializada en caña de azúcar. La misma se encuentra desarrollando programas en agronomía de la caña de azúcar y su mejoramiento genético. Entre los distintos avances que ha realizado, dicha institución pionera ha realizado investigaciones sobre el balance ambiental y energético de la utilización del etanol en base a caña de azúcar en Tucumán.

2.8 Análisis Socioeconómico

Varias dimensiones inciden en la competitividad y sustentabilidad de la industria de biodiesel en base a soja. En primer lugar, las ventajas intrínsecas del sector oleaginoso argentino, que ya cuenta con el *expertise* y logística para convertirse en uno de los actores principales a nivel mundial. Por otro lado, el esquema favorable derivado de la estructura impositiva vigente. Dicho esquema otorga un subsidio

implícito a la producción de biocombustibles mediante un diferencial de retenciones entre el precio del insumo y el bien final.²⁰

La actual legislación fiscal impone derechos de exportación del 35% para los granos de soja y del 32% para el aceite y sus subproductos. Al mismo tiempo, el biodiesel tributa el 20% y posee un reintegro a la exportación del 2,5%. Esta estructura, a los precios promedio vigentes en el segundo trimestre de 2008,²¹ generó un subsidio, para el caso de una planta de 230 mil toneladas anuales de biodiesel, cercano a los u\$s 50 millones.²² El esquema de retenciones diferenciales actúa reduciendo el precio del insumo a nivel local y, por tanto, incrementando el margen de ganancia de los productores de biodiesel. La transferencia se realiza desde el productor de aceite -quien recibe un 32% menos por su producto- al fabricante de biodiesel. El mismo transforma el insumo y lo comercializa tributando un derecho del 20%, resultando un diferencial del 14,5% a favor del productor del biocombustible.²³

Como fue mencionado anteriormente, en Argentina el complejo productor de biodiesel se encuentra fuertemente integrado con el aceitero. En este caso, el esquema de transferencia es el mismo. Si bien favorece la producción de biodiesel, genera menores incentivos a la producción de materias primas. Sin embargo, en la actualidad, dicha merma en el ingreso de los productores primarios se ha visto atemperada por el contexto internacional de altos precios de las *commodities*. Consecuentemente, convendría explorar en detalle los costos de producción para obtener una visión más clara de cuáles son los márgenes de rentabilidad en juego.

Representando el costo de la materia prima entre el 70% y 80% del costo total, el aumento de la producción de biodiesel tendrá un impacto considerable en la oferta exportable de aceite de soja, donde Argentina se posiciona como el segundo productor mundial. Las principales estimaciones señalan que el país podría alcanzar una capacidad de producción de 3 millones de toneladas de biodiesel para fines del 2008. Si bien existen limitantes a la expansión doméstica del grano de soja (que hoy debe suplementarse con importaciones de Paraguay), el USDA estima que se producirán unas 7,3 millones de toneladas de aceite de soja en la campaña 2007/8, donde un 30% del mismo podría destinarse a la producción de biodiesel. El efecto resultante de este aumento en la demanda de aceite puede incidir en los precios del producto, derivando en pérdida de competitividad en la producción de biodiesel.

20 Esta situación fue puesta en relieve por la European Biodiesel Board (EBB) (www.ebb.org), planteando que los impuestos diferenciales a las exportaciones (DETs en inglés) generaban un subsidio implícito a las importaciones europeas de biodiesel, generando daños a la industria del viejo continente.

21 La cotización promedio del aceite de soja para el segundo trimestre de 2008 en Puertos Argentinos se encontraba en los u\$s 1,331 por tonelada, mientras el biodiesel era comercializado a u\$s 1,173 por tonelada.

22 El costo estimado para una fábrica de estas características es de 40 millones de dólares.

23 Cabe destacar que la Resolución del Ministerio de Economía y Producción 126/2008 de marzo del 2008 elevó el derecho de exportación del biodiesel del 5% al 20%.

Según Lamers (2006), basado en Asal (2006), se estima que el costo de producción del biodiesel para una planta de 2 toneladas al día, es decir unas 700 al año, se encuentra aproximadamente en 0,34 dólares. Otras fuentes, como Andreani (2000) y Ugolini (2003), estiman que dicho costo se ubicaría entre 0,35 y 0,37 dólares por litro. Sin embargo, dichos números han de tomarse como indicativos solamente, debido a que las cotizaciones de los precios del aceite se han visto fuertemente modificadas en la segunda parte de 2007.

Tabla 7
Comparación de Precios del Biodiesel

	Argentina		EEUU- C.Atlantic	EEUU- Gulf Coast
	Biodiesel		B100	B100
	AR\$	US\$	US\$	US\$
Costos Netos de Producción (US\$/litro)	2,26	0,71	n.d.	n.d.
Precio a Consumidor sin Impuestos (*)	2,64	0,83	n.d.	n.d.
ICLG (19%)	Except. **	Except. **	n.d.	n.d.
Impuesto al Gasoil (20,2%)	Except. **	Except. **	n.d.	n.d.
Ingresos Brutos (3,5%)	0,09	0,03	n.d.	n.d.
IVA (21%)	0,55	0,18	n.d.	n.d.
Precio a Consumidor Final (\$/litro)	3,29	1,04	0,78	0,65

Nota: (*) Se le agrega el margen de refinería, mas los de comercialización mayorista y minorista incluidos en Molina (2006). (**) Exceptuado. Tipo de Cambio \$/US\$: 3,18.

Fuente: *Elaboración Propia en base a Molina (2006).*

Por otra parte, en base a algunos supuestos se ha realizado una estimación de los precios a boca de surtidor para el biodiesel en Argentina y Estados Unidos (ver Tabla 7). En este sentido, la legislación vigente para los biocombustibles líquidos, ha exceptuado tanto el impuesto al gas oil como el ICLG (Impuesto a los Combustibles Líquidos y el Gas), llegando a un costo a boca de surtidor supuesto de alrededor de 1,04 dólares. Como se ve, existe un “*markup*” considerable entre la cotización doméstica del biodiesel y los precios erogados por los consumidores norteamericanos.

Sin embargo, habría que ser cautelosos debido al peso de los subsidios que los biocombustibles tienen en el país del norte. Aún así, este ejercicio de simulación resulta útil para plantear algunos interrogantes en relación a la política de precios de los combustibles líquidos, tanto fósiles como renovables.

En primer lugar, es necesario tener en cuenta el esquema del negocio actual del biodiesel en Argentina. La producción de gran escala se encuentra asociada al mercado externo y no al cupo de producción doméstico fijado por la Ley (ver Sección 4). De acuerdo a la configuración del segmento que produce biodiesel a gran escala, los precios del aceite vegetal funcionan obviamente como costo de oportunidad, y no cómo barrera de entrada. Este resultado surge de la posibilidad de diversificar la producción por parte de las empresas del cluster aceitero. Tomando como fija su producción, la decisión consiste en destinar una unidad adicional a la venta del óleo o bien para su conversión a biodiesel para exportación (para una cantidad de materia prima dada, dichas opciones son mutuamente excluyentes). Asimismo, el sistema de retenciones diferenciales a las exportaciones de granos, aceites y biodiesel seguramente continuará generando incentivos para la producción del último. Consecuentemente, las empresas exportadoras argentinas se verán mejor posicionadas para competir con las exportaciones norteamericanas a Europa, que gozan de un subsidio igual a 300 dólares por tonelada otorgado por el gobierno estadounidense.

En términos de la rentabilidad futura de los biocombustibles en el mercado interno, el panorama es variado. En primer lugar, existen productores que han decidido presentar proyectos para participar del cupo fiscal y abastecer al mercado doméstico, medida que les permite mantener un margen de rentabilidad mínima a través del precio regulado por la Autoridad de Aplicación. Sin embargo, los mecanismos o normas complementarias que acompañan a dicho esquema aún se desconocen. Hasta la fecha no puede estimarse la disponibilidad del cupo fiscal anual, como tampoco la carga tributaria en el mediano plazo (ver Sección 4). Debido al exiguo margen de rentabilidad que exigen proyectos de esta naturaleza y las incertidumbres reinantes, no debiera ignorarse la futura disponibilidad de oferta para consumo doméstico y, por ende, la aplicabilidad de los porcentajes de corte obligatorio.

El desarrollo del sector en el largo plazo debe contemplar también el cambio en otras variables, como por ejemplo la política de estado en materia de combustibles líquidos. Actualmente, la Resolución 394/2007 del Ministerio de Economía y Producción desvincula los precios internacionales fijando un precio de corte para el barril de crudo en torno a los 42 dólares por barril (la cotización del barril el 28/08/2008 alcanzó los 115.59 dólares). Medidas similares actúan sobre los precios del gasoil y las naftas. Consecuentemente, la depresión de los precios internos de los combustibles fósiles reduce la competitividad interna del biodiesel y retarda su utilización como alternativa dentro del mercado doméstico.

En el presente contexto, donde los precios domésticos del gasoil se encuentran por debajo de las cotizaciones internacionales y la demanda de diesel continúa aumentando, las importaciones de gasoil posiblemente cumplirán un rol “disciplinador” en la medida en que ganen participación en la oferta total, de no mediar otro tipo de medidas gubernamentales de ayuda o compensación a su consumo.

A pesar que esto parezca una dificultad insoslayable para convertir al biodiesel en una opción económicamente viable frente a los combustibles fósiles, existen márgenes de acción. Frente al corte mínimo establecido, puede adquirirse biodiesel a un precio sustancialmente mayor al del gasoil repercutiendo marginalmente en el precio final. Si se adquiriese el barril de biodiesel al doble del precio del barril de gasoil, la suba en el precio final para la comercialización de una mezcla B5 del combustible sería sólo del 5%.

En cuanto a la rentabilidad del biodiesel en los mercados externos, los principales factores de riesgo o “amenazas” en el corto y mediano plazo provienen de la evolución de la normativa europea en relación a la sustentabilidad de los combustibles renovables en base a biomasa. En efecto, Europa estableció una serie de criterios (conocidos como los “criterios de Cramer”) o principios mandatorios en la producción de biocombustibles para asegurar la sustentabilidad medioambiental y socioeconómica.²⁴ A partir de los mismos, la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre energía renovable, establece en el Artículo 15 un corte mínimo de reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI) del 35% para la producción de biocombustibles.²⁵ Una nueva propuesta de Directiva incorpora los resultados de un estudio realizado por el Joint Research Centre, que estableció en 31% la reducción de emisiones asociadas al biodiesel de soja.²⁶ Consecuentemente, de aprobarse dicha normativa las exportaciones argentinas de biodiesel de soja dejarían de cumplir con los criterios de sustentabilidad en dicho mercado, produciendo un fuerte descuento sobre los precios de exportación percibidos por los productores argentinos en el continente europeo.

Por otra parte, deben tenerse en cuenta factores estructurales que afectan la rentabilidad y por ende la sustentabilidad de los biocombustibles. Para esto puede mencionarse la escala de producción así como la economía de los subproductos resultantes en el proceso de obtención de biodiesel. En primer lugar, todo indica que los márgenes por litro aumentan a mayor capacidad de producción: los costos unitarios tienden a estabilizarse significativamente a partir de un tamaño de planta de 50 mil toneladas al año (lo que demanda inversiones por un monto aproximado de 10 millones de dólares).²⁷ Por otro lado, numerosos estudios señalan que los subproductos como las harinas proteicas y la glicerina son relevantes en la rentabilidad del biodiesel. En términos agregados, se calcula que el comercio de los subproductos del biodiesel puede representar entre un 5% y 10% del ingreso del productor, por lo que la futura evolución de dichos mercados resultará de importancia para la rentabilidad neta de la industria.

24 http://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/070427-Cramer-FinalReport_EN.pdf

25 <http://www.enersilva.org/areasubir/legislacion/Directiva%20Europea%20Castellano.pdf>

26 <http://ies.jrc.ec.europa.eu/wtw.html>

27 Wilensky, A. (2007) “La gestión ambiental en la actividad agropecuaria”. Presentación, AIDIS Argentina.

Pueden considerarse también los impactos sobre el resto de los factores productivos. Como se mencionó en la Sección 2.2, muchos atribuyen la reciente alza de los precios agrícolas principalmente al aumento en la demanda de estos productos para la producción de biocombustibles.²⁸ Dentro de las múltiples dimensiones que esto engloba se encuentran los impactos sobre el costo de la tierra y su arrendamiento. Además existe una porción menor de los costos de producción que provienen del uso de mano de obra y de otros insumos como la energía eléctrica. En el primero de los factores, es de esperar que la demanda por trabajo calificado aumente, generando externalidades positivas más visibles localmente que en el agregado. Si bien no existen estimaciones robustas acerca de la creación neta de empleos, las necesidades de una planta de biodiesel mediana se estiman en diez empleados. A estos valores debieran agregarse las necesidades de empleo que surgen del primer eslabón de la cadena: la producción primaria.

En la actualidad, los avances en los métodos de siembra y cosecha, así como la tecnificación del proceso productivo del aceite y el biodiesel generan poco empleo directo. El mayor impacto entonces se encuentra en el efecto multiplicador que arrastra el empleo generado en la producción primaria, aunque éste depende del tipo de cultivo. Existen algunos más intensivos en mano de obra que otros, como es el caso de la *jatropha*. El desarrollo de mayores encadenamientos, como el sector oleoquímico, generaría un impacto adicional. En este sentido, la oleoquímica transforma aceites vegetales y animales a través de procesos como la hidrogenación, esterificación, transesterificación e hidrólisis para obtener, en primera instancia, sustitutos de combustibles fósiles y en segundo lugar, transformar los ésteres y glicerol en productos de alto valor agregado como lubricantes, jabones y plásticos. El desarrollo de esta parte de la cadena permitiría avances en investigación tecnológica, demanda de mano de obra calificada, así como la creación de pequeñas y medianas empresas que desarrollen la segunda parte del proceso.

También es importante considerar el impacto de nuevas tecnologías en la producción de biocombustibles. Investigaciones en hidrógeno y otras fuentes de biomasa, como la producción de etanol de celulosa y biodiesel de microalgas, parecerían ser las claves para poder entender las futuras tendencias del mercado. Algunas estimaciones, como las de FAO-OCDE (2006) e IFPRI (2006), indican que el factor tecnológico será decisivo en el desplazamiento de las materias primas que se utilizan actualmente, esperándose su correlato en una caída en los precios de éstas para los próximos 10 años. En la actualidad, las potencias centrales están llevando adelante programas de promoción y desarrollo para la producción de biocombustibles de “segunda generación”. Las tecnologías que desplacen cereales por biomasa que sorteen los problemas de disponibilidad que se presentan actualmente, además de ser rentables respecto a los combustibles fósiles, serán la clave del desarrollo de la industria en años ulteriores.

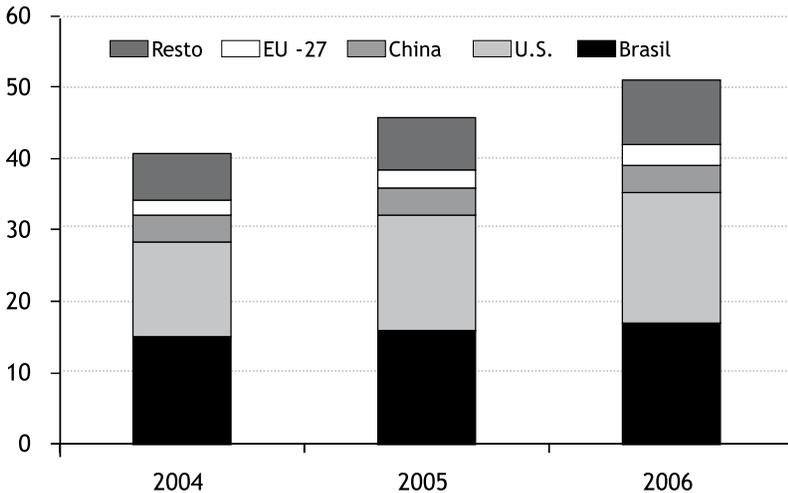
28 Ver Mitchell, D. “A Note on Rising Food Prices”, World Bank, July 2008.

3. CADENA DE VALOR DEL ETANOL

3.1 Antecedentes y Situación Actual de la Producción de Etanol

En los últimos años, la producción mundial de etanol aumentó notablemente, llegando casi a triplicar los volúmenes obtenidos entre 1995 y 2006. Si bien su utilización tiene antecedentes aún más antiguos —como en el caso de Brasil— el ímpetu reciente de las energías renovables ha también expandido su uso a otros países. Tal como exhibe el Gráfico 14, el mercado actual del etanol se encuentra dominado tanto por Estados Unidos como por Brasil. De un total de unos 13 millones de galones (equivalente a 50 millones de toneladas) producidos en el 2006, Estados Unidos contribuyó con más de 18 millones (36% del total), seguido por Brasil con 17 millones (33%); a su vez China acaparó poco menos del 10%, seguida por India (4%) y Francia (2%).

Gráfico 14
Producción Mundial de Etanol (Toneladas)



Fuente: Renewable Fuels Association

El comercio mundial de etanol acompaña la tendencia expansiva registrada en la producción. Entre el año 2001 y 2006 el volumen comercializado presentó una variación del 87%, pasando de 2,5 millones de toneladas a poco más de 5 millones de

toneladas. A pesar de estos notables incrementos, el porcentaje exportado respecto a la producción viene disminuyendo, en el año 2000 éste era del 15% mientras en el 2006 fue del 8%. La principal razón de esto radica en el expansivo mercado interno que poseen los mayores productores de etanol. La demanda del combustible en Estados Unidos creció a una tasa anual del 26% en los últimos cinco años, mientras que en Brasil el consumo de etanol para vehículos se expandió a un ritmo del 7% anual.

Entre los principales países exportadores, Brasil ocupa el primer lugar con el 66% de las ventas mundiales (aproximadamente 3.4 millones de toneladas), mientras que China exporta poco menos de 1 millón (15% de las exportaciones globales). Estados Unidos es el principal comprador de etanol, siendo sus importaciones durante el 2006 de 2 millones de toneladas. Se destacan también como importantes compradores la Unión Europea, principalmente los Países Bajos, cuyas importaciones fueron de 0,6 millones de toneladas y Japón, con importaciones registradas por 0,5 millones de toneladas.

Según IICA (2005), Brasil cuenta con antecedentes en la fabricación de etanol que data de 1931, cuando ya existía un mecanismo que obligaba a un corte del 5% en las naftas. Unos 45 años después, la actividad tomó impulso a partir de la instauración del Programa Nacional del Alcohol (PROÁLCOOL) en 1975.

La plaza norteamericana —la mayor productora y consumidora de etanol mundial— experimenta desde hace algunos años un *boom* de expansión de combustibles renovables. Si bien este país siempre mantuvo políticas de apoyo a la agricultura, las cuestiones medioambientales y aquellas relacionadas a la seguridad energética no tuvieron hasta la actualidad tanta relevancia en la agenda pública.

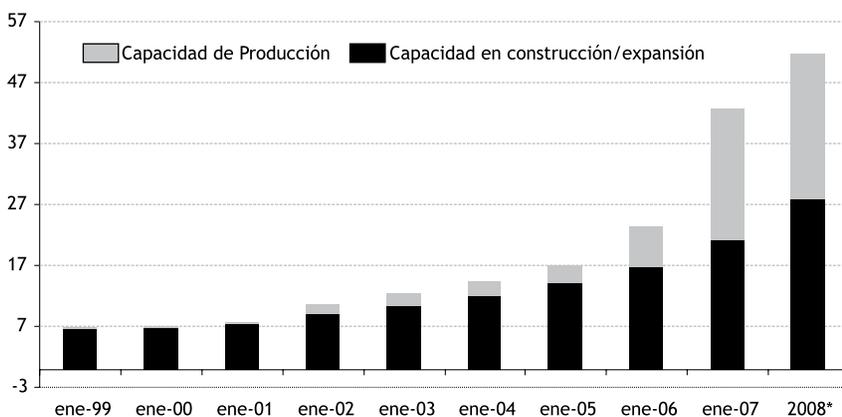
Uno de los primeros antecedentes registrados es el “Clean Air Act de 1990” y sus modificaciones que redujo el nivel de emisiones permitidas de los vehículos y elevó los estándares en contra de otros contaminantes. Una primera búsqueda hacia dichos objetivos se basó en el uso del MTBE (methy-buthyl-ester), el cual sustituyó en gran medida al etanol, hasta comprobarse su toxicidad para el agua en contacto con el suelo.

Además de la mayor necesidad del biocombustible, otros programas y regulaciones federales han contribuido a desarrollar la industria del etanol. Según Vergagni (2004), podemos citar como ejemplos el Oxygenated Fuels Program, el Reformulated Gasoline Program, el “Clean Cities Program” y la “Energy Policy Act of 1992”. Finalmente, los “Renewables Fuel Standards” —y más recientemente el aprobado *Energy Bill*— son los que han fijado la obligatoriedad de los cortes de combustibles renovables en los de origen fósil y las metas de cumplimiento en los años venideros.

Producto de su agresiva política de promoción, Estados Unidos logró expandir su producción de etanol de 6,8 millones de toneladas en la década del 80 a 24

millones de toneladas en 2007. Según datos de Renewables Fuels Association, hacia agosto de 2008 la capacidad instalada estadounidense para la producción de etanol alcanzó las 37 millones de toneladas/año, con proyectos de inversión que elevarán la capacidad en 14 millones de toneladas/año (ver Gráfico 15). Parte de esta expansión proviene de la legislación que está siendo impulsada en el senado norteamericano, la cual establece el uso de 136 millones de toneladas de combustibles renovables para el 2022. Alrededor de un tercio de la capacidad productiva indicada se encuentra actualmente en manos de agricultores, quienes en muchas oportunidades recurren a esquemas cooperativos para incursionar en la producción del fluido. A pesar de su importancia en la capacidad total, el crecimiento que experimentaron las unidades productivas pertenecientes a *farmers* se encuentra estancado desde el año 2007, siendo las principales inversiones en expansión de la capacidad provenientes de grandes empresas.

Gráfico 15
Capacidad productiva de etanol y capacidad en construcción en Estados Unidos, 1999-2008, en mil millones de toneladas.



* Dato estimado

Fuente: Renewable Fuels Association EEUU.

A raíz del exceso de capacidad instalada en relación a la demanda doméstica, los precios del etanol estadounidense han mostrado un comportamiento bajista en la segunda parte de 2007. Por otra parte, la demanda del combustible se desaceleró durante el último año, factor que acentúa el exceso de oferta en plaza.

La producción de etanol en Argentina es exigua en comparación con la producción mundial. Mientras Brasil y Estados Unidos concentran el 69% de la producción mundial, Argentina participa con el 0,3%. Las únicas estadísticas oficiales provienen del Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), señalando un patrón de inserción

productiva orientado principalmente al consumo final de alcohol y como insumo para el sector bebidas y farmacéutico.

Según estos datos, durante el 2006 se destilaron un total de 232 toneladas de alcohol etílico. De dicho monto, un 80% proviene de la destilación de la caña de azúcar, mientras que otro 10% tiene origen en la destilación de cereales, principalmente maíz.²⁹

En términos del comercio exterior, se despacharon al extranjero unas 60 toneladas (aproximadamente el 0,1% del comercio mundial), de las cuales el 95% fue alcohol etílico y el resto etanol anhidro. Las importaciones se ubicaron en torno a las 460 toneladas, representando cerca del 0,01% del comercio mundial. De éstas, unas 330 corresponden a etanol anhidro mientras cerca de 120 toneladas corresponden a dicha variedad desnaturalizada. Estados Unidos se posiciona como el principal proveedor, representando el 47% de las compras argentinas, mientras que Brasil provee el 37%. De estos datos surge un consumo doméstico aproximado de 172 toneladas, lo que representa el 75% de la oferta total.

3.2 Industria Molinera / Destiladora

Existen dos formas de obtener etanol a base de maíz en la actualidad: la molienda seca y la molienda húmeda. Ambos involucran pasos similares, en tanto se requiere la preparación de la materia prima, la posterior fermentación de los azúcares simples, y la recuperación del alcohol y los subproductos obtenidos. Según el tipo de tecnología utilizada, se obtienen distintos coproductos, lo que impacta de manera última sobre la rentabilidad final del negocio. Mientras que de la molienda seca se obtienen los DDGS (granos destilados secos y solubles), de la molienda húmeda se obtienen además del etanol, aceite de maíz, gluten feed y gluten meal, utilizables como alimento forrajero.

Según MAIZAR (2007), la molienda seca es el proceso de producción más utilizado para extraer el almidón del maíz. Esto se debe fundamentalmente a los menores requerimientos de capital, tanto al momento de construir como de operar la planta. Si bien existe en Argentina esta industria, no ha desarrollado la producción de etanol. Dicho sector procesa anualmente unas 200 mil toneladas, concentrándose su producción en la Provincia de Buenos Aires, Gran Buenos Aires y Santa Fe que registran 14 plantas y en el Noroeste argentino que posee 9 plantas.

²⁹ Existen estimaciones de analistas privados que estiman la proporción de alcohol etílico obtenido de la caña de azúcar supera en realidad el 90% del total.

El segundo proceso para la obtención del etanol de maíz es la molienda húmeda. El mismo es un método capital intensivo, en el que se ve involucrado el procesamiento de un gran volumen de granos. En este caso la capacidad instalada es de gran magnitud, superior a la de molienda seca, que a lo sumo dispone de un volumen anual de 230 mil toneladas. En términos de la operación, la molienda húmeda es más compleja debido a que el grano se separa en sus componentes, fermentándose solamente el almidón, y obteniendo subproductos de mayor valor agregado.

Tabla 8
Productos y Subproductos de la Molienda Seca y Húmeda de Maíz

Molienda Seca Se obtiene alguno de los subproductos del 1 al 5, más Anhídrido carbónico y Etanol. Con 1 tonelada de Maíz se obtienen: Etanol= 405,3 litros CO ₂ =321,4 kg. Subproductos del (1) al (5)=321,4 kg	Molienda Húmeda Con 1 tonelada de Maíz se obtienen: Etanol= 372,5 litros; ó Almidón=562,5 kg.; ó Sweetener=589,3 kg.; Además se obtienen:
1) Granos Destilados Húmedos Alimento Ganadero	Gluten Feed 21%
2) Thin Stillage Suplemento Alimenticio	Gluten meal 60%
3) Granos Destilados Secos Alimento Ganadero	Aceite de Maíz
4) Solubles Destinados Comprimidos Jarabe suplemento Alimentario	Anhídrido Carbónico
5) Granos Destilados Secos con Solubles Alimento Ganadero	

En Argentina, existen siete fábricas dedicadas a la molienda húmeda, con una capacidad de procesamiento de 1 millón de toneladas de maíz y 50 mil toneladas de trigo. Firms como Arcor (Córdoba), Lules (Tucumán), Productos de Maíz, Chacabuco y Varadero (Buenos Aires), Ledesma (San Luis), Glutal, Esperanza (Santa Fe) se dedican a la molienda de maíz. Mientras tanto, Semino (Santa Fe) se especializa en trigo.

Si bien no se cuenta con información desagregada de la producción de etanol de caña, puede señalarse que el proceso de producción comienza con la obtención del jugo mediante la molienda de la caña. A partir del mismo se obtiene azúcar y un subproducto denominado melaza. La melaza puede ser tratada, fermentada y refinada, obteniéndose etanol en pequeñas cantidades (de 1 metro cúbico por cada 10 toneladas de azúcar producida). Al utilizarse esta tecnología, el etanol es finalmente un subproducto de la elaboración del azúcar.

Una segunda forma de producción de etanol consiste en la conversión de jugo de caña en etanol, método muy utilizado en Brasil. El proceso es en la primera fase igual que el anterior, obteniéndose el jugo mediante la molienda de la caña. Sin embargo, en este caso no hay producción de azúcar, dado que todo el jugo es tratado, fermentado y refinado. De este proceso, se obtienen aproximadamente 85 litros de etanol por cada tonelada de caña procesada, sin generar azúcar.

Según Schvarzer y Tavosnaska (2007), existen 22 ingenios azucareros en funcionamiento en Argentina, protagonistas “naturales” en la obtención de etanol a base de caña. En términos agregados, la capacidad total de producción ronda las 250 mil toneladas anuales. El ingenio Los Balcanes, localizado en Tucumán, lidera este lote con una capacidad de 80 mil toneladas anuales, seguido por el ingenio Ledesma, localizado en Jujuy, que presenta una capacidad de 29.095 toneladas; podemos mencionar también los ingenios tucumanos Concepción (24.826 tn), La Providencia (11.359 tn) y La Trinidad (11.296 tn), entre otros.

Tabla 9
Plantas de etanol y proyectos de inversión en Argentina

Empresa	Capacidad (tn)	Ubicación	Estado	Notas
Adecoagro	160.000	Santa Fe	Anunciada / En estudio	maíz
Los Balcanes	80.000	Tucumán	En funcionamiento	jugo de caña
Bio Etanol Rio Cuarto	44.000	Córdoba	En construcción	maíz
Ledesma	29.095	Jujuy	En funcionamiento	melaza
Concepción	24.826	Tucuman	En funcionamiento	melaza
San Martín de Tabacal	15.983	Salta	Ampliando	melaza
La Providencia	11.359	Tucuman	En funcionamiento	melaza
La Trinidad	11.296	Tucuman	En funcionamiento	melaza
La Florida	11.132	Tucuman	En funcionamiento	melaza
La Fronterita	8.950	Tucuman	En funcionamiento	melaza
Otras (*)	67.382	Varias	En funcionamiento	melaza

(*) Empresas con capacidad menor a 8.000 tn

Fuente: Schvarzer, J.; Tavosnaska, A.

Además de la capacidad existente, hay anunciados proyectos de inversión y ampliación para elevar la capacidad productiva en 219 mil toneladas por año. Entre estos proyectos el más importante es el que impulsa Adecoagro, empresa posicionada en la producción de productos primarios a nivel regional, que impulsa un

modelo integrado de producción de etanol y leche industrializada a base de maíz. El proyecto prevé industrializar el maíz que actualmente produce la empresa para producir etanol y, con sus subproductos —proteínas, aceites y fibras— alimentar los animales que poseen en el tambo.

El proyecto Bio Etanol Río Cuarto pretende nuclear alrededor de 40 productores cordobeses, quienes serán dueños de distintas acciones, junto a un socio mayoritario con experiencia en el mercado internacional, que poseerá el 35%. El proyecto cordobés apunta al desarrollo de la región, aprovechando las externalidades positivas que surgen en la complejización del proceso productivo. Finalmente, el proyecto de San Martín de Tabacal se propone mejorar la utilización del bagazo de la caña de azúcar, utilizándolo para la generación de energía eléctrica.

En el país existen diecisiete empresas azucareras, donde solamente ocho de ellas controlan el 87% de la capacidad de producción de etanol. Los Balcanes es el principal productor en este segmento, con una capacidad actual de 87 mil toneladas, lo que representaría el 34% del total. Le siguen Atanor de capitales extranjeros, que representa el 13% de la capacidad total y Ledesma con el 12%, entre otros. Finalmente, la capacidad de producción se concentra mayoritariamente en la Provincia de Tucumán, donde se encuentran 15 ingenios azucareros y dos tercios de la oferta potencial total. Provincias como Salta y Jujuy, ofrecen en conjunto un 25% restante.

3.3 Cultivos Industriales y Cereales

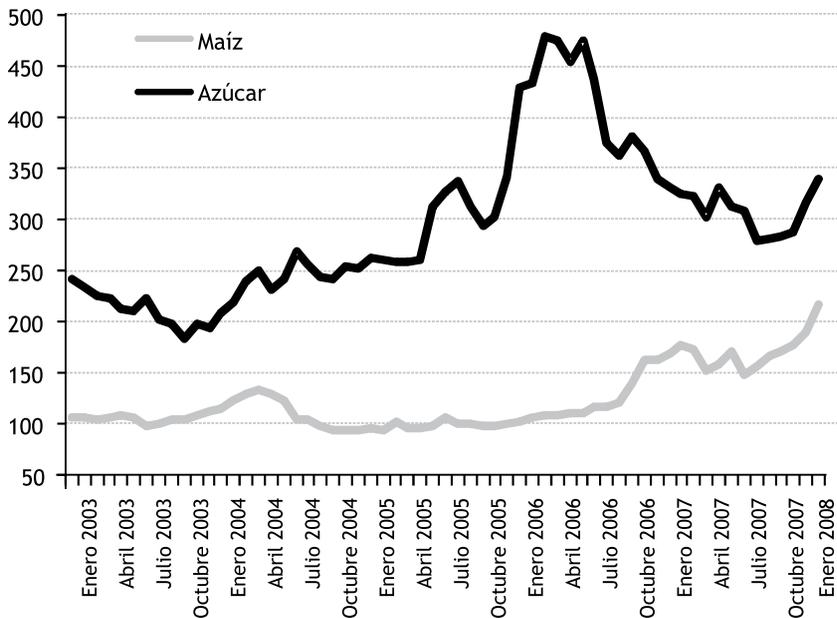
Como en el caso del biodiesel, las materias primas necesarias para la producción de etanol provienen del sector agroalimentario. Dos tipos de cultivos energéticos son los utilizados para la obtención del biocombustible. En primer lugar aparece la producción de maíz, cereal que constituye uno de los granos de mayor difusión mundial cuyos principales destinos son actividades forrajeras así como molienda para alimentación. En segundo lugar surge la caña de azúcar, cuya producción se concentra en zonas cálidas. Además del azúcar, de la caña se obtienen subproductos como melaza, de donde deriva el etanol y el bagazo, o celulosa de papel. El sorgo también emerge como alternativa, aunque su uso para la producción de etanol —no necesariamente su potencial— resulta bajo en relación a los dos cultivos anteriormente mencionados.

Los flujos de comercio del maíz representaron aproximadamente el 11% de la producción mundial, con valores comercializados cercanos a las 90 millones de toneladas durante el 2007. El principal proveedor mundial es Estados Unidos, concentrando el 64% de las exportaciones totales, es decir poco menos de 60 millones de toneladas. En segundo lugar se encuentra Argentina con valores exportados cercanos a las 17 millones de toneladas exportadas, lo que equivale al 19% del

total comercializado mundialmente durante el 2007. Por su parte, Brasil se ubicó en tercer lugar con cifras exportadas en torno a las 8 millones de toneladas.

Ante el creciente interés por el etanol en Estados Unidos, el sector agropecuario está atravesando considerables cambios estructurales. Dentro de los factores que impulsan esta transformación se encuentra la expansión de la demanda doméstica del grano para la producción del biocombustible. En la campaña 2005/6 esta demanda absorbió el 15% del maíz sembrado, alrededor de 54 millones de toneladas. Algunas estimaciones ubican los valores requeridos para la producción de etanol en torno al 80% de la cosecha para la campaña 2010/2011.

Gráfico 16
Precio del Azúcar y Maíz, 2003-2008 (US\$/Ton)



Nota: Precio del Azúcar se rige por Contrato Londres Número 5.

Fuente: SAGPYA y Centro Azucarero Argentino

Sin embargo, como en el caso del biodiesel, este fuerte ímpetu en la producción de etanol tiene origen en las políticas de fomento e incentivos a la producción ofrecidos por Estados Unidos, hecho que ha impactado fuerte y positivamente en las cotizaciones del maíz a nivel internacional (ver Anexo). Los incrementos en los valores del cereal se deben principalmente a la fuerte caída de los stocks almacenados para la siguiente campaña (“end of use stocks”). Por su parte, el sector ganadero se

vio en la necesidad de reemplazar el maíz por otras fuentes de alimentación para sus animales. Consecuentemente, esta mayor demanda presionó sobre los precios de los demás cultivos forrajeros generando un aumento en éstos así como en el precio de la proteína animal a nivel internacional (ver Gráfico 16).

Por su parte, la caña de azúcar se ubica entre los cultivos más difundidos para la producción de etanol. En la actualidad, las estimaciones indican que la producción mundial se encuentra cercana a las 161 millones de toneladas, mientras que el consumo ronda los 150 millones. Las exportaciones mundiales representan un tercio de la producción, cifra en torno a las 50 millones de toneladas, mientras los stocks almacenados se ubican en las 46 millones de toneladas aproximadamente.

La producción de caña de azúcar se encuentra concentrada a nivel mundial, donde los siete principales productores reúnen el 60% de la oferta global. En orden de relevancia, Brasil resulta el principal productor, con casi el 20% del volumen mundial, así como el principal oferente representando casi el 40% de las exportaciones mundiales. En valores absolutos, durante la campaña 2006/7 el gigante sudamericano produjo 31 millones de toneladas y exportó cifras en torno a las 20 millones de toneladas.

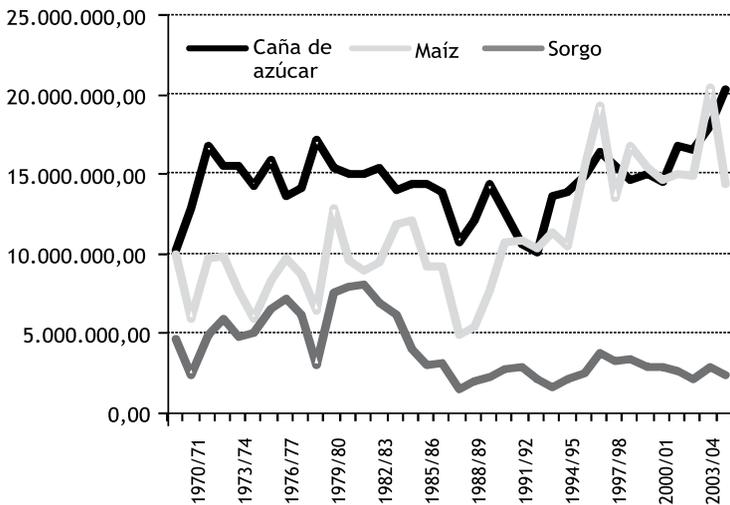
En Brasil, cerca de la mitad de la producción de caña de azúcar se destina a la producción de alcohol. Entre el año 2000 y 2005, el país incorporó un millón de hectáreas alcanzando la cifra de seis millones destinadas a este cultivo industrial. Los robustos precios del alcohol y el azúcar, así como el incremento del parque automotor en base a tecnología Flex (funcionan con cualquier mezcla de etanol y nafta) se cuentan dentro de los principales incentivos de la mencionada expansión.

La Unión Europea es otro de los principales oferentes y demandantes de azúcar, con una producción de algo menos de 20 millones de toneladas. Debido a su alta demanda por endulzantes, el mencionado bloque importa unas 3 millones de toneladas anuales, lo que equivale al 15% de su producción. Sin embargo, como consecuencia de las importantes reformas al régimen de administración del azúcar en Europa, la producción vio caer los volúmenes totales de 21 millones de toneladas a 17 millones entre 2005 y 2006. Entre las principales modificaciones se cuentan la disminución en los precios de referencia-sostén, la reestructuración voluntaria de los productores menos eficientes para que cese la producción, la instauración del uso doméstico de la cuota interna de producción excedente (no siendo posible su exportación) y el desmantelamiento de las agencias de intervención en un plazo de cuatro años. La reforma incluyó un aumento de las cuotas de importación asignadas a los países del ACP o aquellos beneficiados por el Acuerdo EBA (“Everything but Arms”), usualmente utilizada por los países del Caribe y ex colonias (ver Anexo para una descripción más detallada).

Por último, existe un segundo grupo de países productores, donde se encuentran países como China, Estados Unidos, Tailandia y Australia. El gigante asiático produce en la actualidad unas 13 millones de toneladas, poco menos del 10% del

mercado global. Sin embargo, al igual que India, dicho país consume prácticamente toda la oferta disponible en su territorio sin dejar saldos exportables de magnitud considerable.

Gráfico 17
Producción de Cereales y Caña de Azúcar, 1970-2006 (Toneladas)



Fuente: SAGPYA

En el caso de Argentina, las principales materias primas disponibles para la producción de etanol son cereales, como el maíz y el sorgo, y cultivos industriales como la caña de azúcar. El siguiente cuadro muestra los rendimientos por hectárea para la producción de etanol en los cultivos mencionados. De allí surge que la caña de azúcar es el cultivo de mayor rendimiento, alcanzando los 4.875 litros por hectárea. A pesar de presentar una tasa de conversión baja respecto a los cereales el rendimiento por hectárea lo convierte en el cultivo de mayor productividad.

Desde la década de 1920, la empresa estatal YPF impulsó distintos proyectos de investigación y desarrollo de diferentes mezclas de alcohol para ser utilizado como combustible. Producto de estos desarrollos se impulsaron políticas de promoción para el desarrollo del sector, como el caso del Programa Alconafta implementado en 1979. Una década después, este programa consumía cerca de 250 mil metros cúbicos de alconafta, principalmente en provincias del noroeste y noreste argentino

Tabla 10
Rendimiento de etanol por hectárea

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

Fuente: elaboración propia en base a datos de SAGPYA

y algunas provincias del litoral. El plan fracasó cuando el precio internacional del azúcar aumentó y la cotización del barril del petróleo descendió, tornándolo la opción más rentable en materia energética.

Actualmente, se encuentra vigente la Ley 26.093 de biocombustibles, donde se establece un corte obligatorio del 5% de etanol para las naftas a alcanzar en el 2010. Siendo el consumo interno anual de nafta de 5 millones de metros cúbicos aproximadamente, la Ley generó un mercado cautivo que demandará alrededor de 250.000 metros cúbicos de bioetanol en tres años. Considerando las superficies sembradas al presente, este requerimiento puede ser satisfecho volcando, en el caso de la caña de azúcar, el 17% de la superficie cultivada. En el caso del maíz y el sorgo sería necesario destinar el 3% y 22% de la superficie sembrada en cada caso.

La caña de azúcar resulta el cultivo más difundido en la producción de etanol nacional. Ésta se industrializa tanto para la obtención del combustible como para obtener azúcar y bagazo. Aunque la producción de este cultivo es de larga data en el ámbito nacional, diversas crisis de precios y cambios políticos y tecnológicos han repercutido negativamente en la evolución del sector, donde la superficie sembrada se ha mantenido estable en valores cercanos a las 300.000 hectáreas. El 65% del área sembrada total se localiza en la provincia de Tucumán, seguida por Jujuy con un 22%, y Salta, Santa Fe, Misiones, Chaco y Corrientes.

Durante la zafra 2005, el rendimiento por hectárea global alcanzó las 66,05 toneladas/ha. Sólo las provincias de Salta y Jujuy han logrado rendimientos superiores al global, con 90,67 toneladas/ha y 75,08 toneladas/ha respectivamente. Las razones de ello pueden esgrimirse tanto en la disparidad existente en el tamaño de las explotaciones, como en la tecnología aplicada tanto en el proceso como en el cultivo.

La posibilidad de disponer de mayores áreas agroecológicas para expandir la producción de este cultivo se encuentra actualmente imposibilitada, a causa de la ocupación total de las tierras aptas. Por otro lado, la introducción de tierras marginales no parece una alternativa viable dada la baja o nula rentabilidad que

presentan. De mediar incentivos como un potencial mercado para la producción de etanol, el aumento en la producción nacional debiera esperarse entonces por mejoras genéticas y de la cosecha.

En línea con lo anterior, los valores de la zafra pasaron, entre 1993 y 2006, de 10 a 20 millones de toneladas, explicándose por significativos incrementos en la productividad y la mecanización de la cosecha (ver Gráfico 17). La desregulación del mercado interno en 1992/93 contribuyó asimismo en la duplicación de los valores de la zafra. Se instauró un sistema de precios de referencia, donde las importaciones de azúcar fueron gravadas con un arancel mínimo fijo, más un componente variable. Este derecho de importación es aplicado también al azúcar brasileño, representando una excepción al libre comercio intrazona del MERCOSUR.

En cuanto al maíz, la tendencia de largo plazo indica una paulatina disminución de la superficie cosechada, en favor de otros cultivos como la soja. Esta merma se asocia al aumento en los costos operativos de cosecha, entre otras cosas, que en los últimos 10 años se incrementaron casi un 160%. Sin embargo, mientras que en términos reales los precios del grano cayeron un 40% entre 1965/70 y 2000/05, los rindes han crecido casi un 200% en el mismo período, ayudado por la difusión de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM). Consecuentemente, el aumento de la productividad ha compensado más que proporcionalmente la caída en las extensiones cosechadas, posibilitando la expansión de los volúmenes obtenidos (ver Gráfico 17).

En relación a las áreas de producción, los últimos veinte años fueron testigos de cambios en la composición geográfica de la producción maicera. Mientras que a fines de la década de 1980 la Provincia de Buenos Aires aportaba más del 60% del volumen total, se observa una continua tendencia a la baja en la participación bonaerense.

En detrimento del mencionado distrito, Córdoba ha logrado convertirse actualmente en el principal oferente de maíz, con un 40% del total de las casi 21 millones de toneladas cosechadas, mientras que Buenos Aires solamente acapara hoy un 30%.

Respecto de las ventas al extranjero, entre 1990 y 2006 el maíz ha más que triplicado los volúmenes despachados, mientras que el azúcar obtenida de la caña muestra un estancamiento relativo hasta el año 2004, para luego crecer en 2005 y 2006. La reversión en el comportamiento de las exportaciones de azúcar pareciera responder a la excelente performance de las zafras del 2005 y 2006. Dado que la oferta disponible resulta similar al consumo doméstico a raíz de las bajísimas o nulas importaciones, el aumento en las exportaciones se traduce en una menor disponibilidad de saldos para el mercado interno. Tanto en el caso del maíz como del azúcar, el menor saldo para consumo doméstico se vería relacionado con el aumento de los precios internacionales, que motivaron las ventas al mercado externo. Este

cambio en el destino de la producción interna ha generado tensiones en los precios domésticos y la aplicación, en muchos casos, de medidas políticas para evitar el desabastecimiento del mercado local.

3.4 Etanol de celulosa

Según datos de la OCDE, el área cultivable requerida para un corte del 10% de biocombustibles a nivel mundial demandaría más del 50% de la tierra europea y el 30% del área cultivable de Estados Unidos. Estas mismas estimaciones ubican la necesidad de tierras fértiles para Argentina y Brasil en valores menores al 10%. A pesar de la ventaja comparativa que surge en primera instancia, el desarrollo de los biocombustibles se dirige actualmente al desarrollo de tecnologías que eviten la restricción de tierras y permitan el reemplazo de combustibles fósiles por una alternativa sustentable.

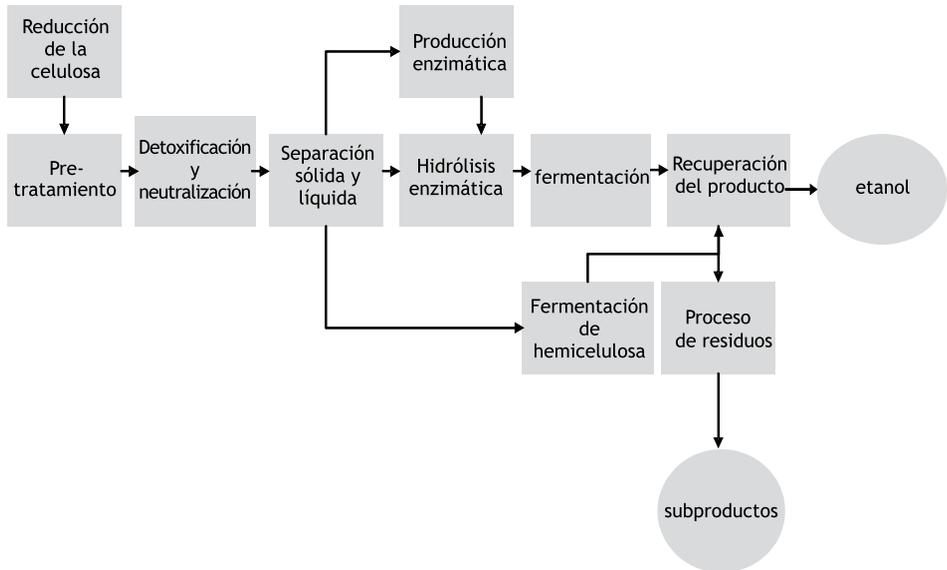
El biocombustible proveniente de celulosa se presenta hoy como una opción viable económica y ambientalmente para el desarrollo de la industria del etanol. Su producción, a diferencia de los cultivos mencionados anteriormente, no se encuentra restringida por la disponibilidad de tierras fértiles. De aquí que los trastornos económicos que pudieran derivarse del aumento en los precios de los alimentos, producto de la mayor demanda de cereales, y la competencia con otros cultivos quedarían excluidos. Dentro de los principales atractivos de la celulosa se encuentra la disponibilidad del recurso a nivel global y la posibilidad de utilizarlo como combustible renovable en el parque automotor existente.

Un estudio conjunto realizado por Department of Energy (DOE) y United States Department of Agricultural (USDA) en el año 2005 examinó la sustentabilidad en la producción de 1 billón anual de toneladas de biomasa seca. Esta cantidad sería suficiente para desplazar el 30% o más del consumo actual de combustibles fósiles líquidos en Estados Unidos. Asumiendo métodos y prácticas constantes en la agricultura y la forestación, el estudio concluyó que la producción de biomasa seca para la producción a gran escala de bionergía y la industria de biorefinería puede alcanzar las magnitudes requeridas hacia el 2012, pudiendo expandirse aún más con distintos desarrollos tecnológicos. Al igual que este informe, muchos especialistas estiman que el etanol de celulosa contiene el potencial para cubrir incluso todo el requerimiento de combustibles para transporte. Sin embargo, la tecnología necesaria para esto aún no se encuentra disponible.

El proceso productivo de conversión de la biomasa proveniente de celulosa es más complejo que el utilizado para cultivos como el maíz, principalmente por las diferencias en la estructura molecular de las paredes celulares. Éstas se componen

de 3 polímeros fundamentales: celulosa, hemicelulosa y lignino. Estos polímeros forman un entramado fibroso uniéndose por fuerzas intermoleculares que otorgan a las paredes celulares fuerza y resistencia a la degradación. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente el 40% de celulosa; en la madera dicho porcentaje asciende a 50%, mientras que el algodón alcanza valores en torno al 90%.

Gráfico 18
Proceso productivo de biomasa de celulosa



Fuente: United States Department of Energy.

Las estrategias utilizadas para convertir la biomasa en etanol datan de los años 30. Luego de la adquisición de celulosa, la biorefinería comienza con la reducción y pretratamiento termoquímico de la celulosa, proceso que facilita la catalización enzimática de los polímeros. En el proceso de hidrólisis, que consiste en la degradación de los polisacáridos de las paredes celulares a azúcares simples, se aplican enzimas especiales (celulasas). La fase final del proceso incluye la fermentación, mediante bacterias o levaduras, que convierten este azúcar en etanol y otros subproductos. Investigaciones recientes redujeron notablemente el costo de las encimas e incrementaron el proceso de fermentación (fermentation strains) para lograr simultáneamente la sacarificación y fermentación, en la cual la hidrólisis de la celulosa y la fermentación de la glucosa se combinan en un solo paso.

Gran parte de la investigación actual se encuentra orientada a la reducción a un solo paso de todo el proceso de biocatalización (pretratamiento, hidrólisis y

fermentación), cuyo hallazgo será un significativo avance para mejorar los costos y el consumo de energía en la refinación de celulosa.

Estados Unidos está llevando adelante una política de desarrollo y promoción de esta industria, con el objeto de desplazar el 30% del combustible fósil para transporte por etanol de celulosa para el 2030. Dentro del programa propuesto, el gobierno estadounidense planteó 3 etapas: la primera, denominada fase de investigación, cuya duración esta pautada para 5 años. Esta fase planea avanzar sobre investigación básica, la cual será aplicada en la segunda fase -denominada fase de despliegue tecnológico-. Por último, se propone la fase de integración del sistema, donde la investigación básica y aplicada junto al desarrollo tecnológico alcanzado se unen para desarrollar biorefinerías.

Esta carrera tecnológica por el descubrimiento para desarrollar este tipo de combustible parece condicionar quienes serán los principales jugadores internacionales en materia de bioenergía. El escenario se traslada de esa forma desde países con disponibilidad de tierras, a aquellos países que alcancen la tecnología necesaria en este tipo de productos.

A nivel regional, Brasil se encuentra desarrollando una estrategia de reposicionamiento como productor mundial de celulosa, queriendo alcanzar el quinto lugar hacia el año 2010. En línea con esto, el gigante sudamericano creó el Centro de Ciencia y Tecnología del Bioetanol (CTBE), organismo de investigación vinculado al Ministerio de Ciencia y Tecnología que está siendo construido en la ciudad de Campinas. El centro contará en principio con un presupuesto de 43 millones de dólares y en 2010 tendrá a su disposición una planta piloto para la producción de etanol de celulosa. En Argentina no se conocen desarrollos tanto a nivel estatal como privado para producir etanol en base a biomasa de celulosa. Por otro lado, la industria de la celulosa se encuentra estancada desde el año 2006, a raíz de las preocupaciones ambientales que ha generado su proliferación.

3.5 Análisis Económico

El análisis de la determinación del precio y la rentabilidad en el mercado de biocombustibles resulta una tarea compleja, amén de la escasa información disponible sobre la estructura de costos para el bioetanol. Si bien ya existe un sector productor de alcohol, tanto de la destilación de caña de azúcar como de cereales, no se cuenta con estudios actualizados que permitan evaluar o efectuar un acercamiento a los costos de producción. Según Vergagni (2004), en el caso de la producción de etanol en base a maíz, la materia prima resulta el principal factor de incidencia en el costo por litro. Utilizando un sistema de molienda seca para Argentina, el mismo

se ubica en torno a los 0,13 dólares por litro, representando casi un 30% del costo de producción sin impuestos, donde ascendería a 0,30 dólares por litro de etanol.

Al relevarse los costos de producción en otras partes del mundo, puede observarse una relativa convergencia. Tal como señala el mencionado autor, algunos datos para Estados Unidos sugieren que los mismos se encuentran en línea con los observados en Argentina, siendo del orden de 0,29 dólares en el 2003. Por otro lado, Jank (2007) sostiene que mientras el bioetanol de caña tiene un costo aproximado de 0,22 dólares en Brasil, dicho valor resultaría algo superior en la Argentina. Menciona asimismo que Estados Unidos tendría un costo de 0,33 dólares en la producción de etanol en base a maíz, mientras que los costos en la Unión Europea se ubicarían entre 0,45 dólares y 0,53 dólares, utilizando en este caso cereales o melaza.

4. MARCO REGULATORIO, SUSTENTABILIDAD Y NORMAS DE CALIDAD QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA

4.1 Marco Jurídico vigente para los Biocombustibles en Argentina

En mayo de 2006 fue sancionada Ley Nacional 26.093 de Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles, reglamentada por el Decreto 109/2007. La misma se estructura en dos capítulos donde se tratan las regulaciones de carácter general referidas a la producción, comercialización y uso de biocombustibles en el territorio nacional y el régimen promocional. La Ley establece un porcentaje de corte mínimo de 5%, tanto para la mezcla de biodiesel con Gasoil como de bioetanol en naftas, que entrará en vigencia en el 2010.

La Autoridad de Aplicación de dicha norma es el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios —a través de la Secretaría de Energía— excepto para las cuestiones de índole tributaria o fiscal, donde queda asignado el Ministerio de Economía y Producción. Entre las funciones de la Autoridad de Aplicación correspondientes a la Secretaría de Energía, se encuentran las siguientes:

- Controlar las actividades y calidad del producto en las etapas de producción, mezcla y comercialización de Biocombustibles;
- Determinar las especificaciones de los Biocombustibles, definiendo la calidad necesaria, los parámetros mínimos, sus valores y tolerancias;
- Dictar la normativa técnica, definir las condiciones mínimas de seguridad y los requerimientos de tratamiento de efluentes de las plantas de producción, mezcla, distribución y despacho de Biocombustibles;
- Controlar el cumplimiento de los requisitos y la documentación necesaria, y establecer los formatos de presentación que deberán cumplir tanto las instalaciones que produzcan Biocombustibles como el resto de las operaciones involucradas en la cadena comercial;
- Calcular anualmente las cantidades de Biocombustibles necesarias para el periodo siguiente, requeridas para proceder a la mezcla, de acuerdo con los porcentajes establecidos en la Ley N° 26.093;
- Arbitrar un procedimiento para la selección de los proyectos en caso de superarse las necesidades de biocombustibles previstas;
- Realizar inspecciones y auditorias;

- Dictar normas complementarias necesarias;
- Crear un registro de todas las personas físicas o jurídicas que se dediquen a la producción, mezcla, almacenaje y comercialización de Biocombustibles;
- Publicar periódicamente los precios de referencia para cada uno de los Biocombustibles contemplados en la Ley N° 26.093;
- Determinar, sujeto al cupo fiscal informado la aprobación de proyectos promocionados y el orden de prioridades de los mismos, a los efectos de su asignación.

Cabe aclarar que los proyectos que no hubieran calificado para el cupo fiscal, podrán comercializar libremente el producto en el mercado interno o externo, pero no gozarán de los beneficios fiscales establecidos. Asimismo, la Autoridad de Aplicación debe ser asistida y asesorada en forma colegiada por la Comisión Nacional Asesora que presidirá la Secretaría de Energía, y estará conformada por un Grupo de Miembros Permanentes, donde estarán representados cada uno de los organismos oficiales previstos.

Por su parte, el Ministerio de Economía cuenta con las siguientes funciones:

- Dictar las reglamentaciones y realizar las interpretaciones y aclaraciones de orden fiscal y/o tributario;
- Determinar el monto máximo previsto en el Presupuesto Nacional disponible para otorgar beneficios promocionales;
- Efectuar la asignación de los cupos fiscales correspondientes a cada proyecto.

Según la legislación, se encuentra prohibida la mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles en instalaciones que no se encuentren previamente habilitadas por la Autoridad de Aplicación (incluso aquellos destinados al autoconsumo). Asimismo, otro elemento clave de la ley es la atribución de dicha autoridad para incrementar, disminuir, suspender o postergar los porcentajes de mezclas de los biocombustibles con combustibles fósiles, en forma independiente para cada uno de ellos.

Por otra parte, las instalaciones que realizarán las mezclas sólo pueden adquirir biocombustibles de las plantas promovidas por el marco de incentivos de la ley, hasta agotar su producción disponible. A tal fin, las adquisiciones de biocombustibles a las empresas promocionadas, se realizarán a los valores que determine la Autoridad de Aplicación. Dichos valores serán calculados de manera de asegurar un margen de rentabilidad similar al de otras actividades de riesgo equiparable o comparable, y que guarden relación con su grado de eficiencia. Para otorgar preferencias a los distintos proyectos presentados que intentan acceder al cupo fiscal, se tendrán en cuenta criterios tales como:

- Promoción de las Pequeñas y Medianas Empresas;
- La participación de Productores Agropecuarios (como mínimo 51% y con control operativo de la sociedad para calificar al subsidio estatal);
- Promoción de las Economías Regionales.

Los productores de biocombustibles destinados a autoconsumo gozan de la exención a la tasa hídrica e ICLG (Impuesto a los Combustibles Líquidos y el Gas). Sin embargo, la Autoridad de Aplicación definirá los volúmenes de producción y los términos y condiciones bajo las cuales deberán operar, además de tener que inscribirse en el registro habilitado por la misma. Por su parte, el Ministerio de Economía y Producción será el encargado de prever el cupo anual de beneficios promocionales y gestionará su inclusión en la ley de presupuesto del año fiscal siguiente. Una vez asignados, los sujetos titulares de proyectos aprobados podrán obtener la devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado (IVA) correspondiente a los bienes nuevos amortizables u obras de infraestructura y bienes de capital, como así también la amortización acelerada en el Impuesto a las Ganancias.

Asimismo, es importante mencionar los cambios en la Ley de Biocombustibles impulsados por el Poder Ejecutivo, a partir de la Ley 26334 aun no reglamentada. Los mismos consisten en la modificación de la normativa vigente en relación al sector azucarero y las condiciones que fija para su participación en los beneficios de promoción. Específicamente, aprueba el Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol a través de la participación de los productores de caña e ingenios azucareros. Según la letra de la enmienda, se tratan tres temas. En primer término, establece que accederán al Régimen:

- Las personas físicas, sociedades comerciales privadas, sociedades de capital estatal, mixtas o entidades cooperativas que sean productoras de caña de azúcar o que produzcan industrialmente azúcar a la fecha de entrada en vigencia de la presente ley.
- Las sociedades comerciales privadas, sociedades de capital estatal, mixtas o entidades cooperativas que inicien o reanuden sus actividades industriales en instalaciones productoras de azúcar existentes, estén o no operativas, a la fecha de entrada en vigencia de la presente ley.
- Las personas físicas, sociedades comerciales privadas, sociedades de capital estatal, mixtas o entidades cooperativas que inicien sus actividades de producción de bioetanol a partir de la fecha de vigencia de la presente ley.

En segundo término, en el caso de las sociedades comerciales mencionadas, para poder gozar de los beneficios establecidos en la ley, los accionistas controlantes de ellas deberán ser personas físicas de nacionalidad argentina o personas jurídicas cuyo capital pertenezca mayoritariamente a personas físicas de nacionalidad argentina que también detenten el poder de decisión .

Por último, no se modifica el tratamiento arancelario otorgado al sector sucroalcoholero argentino en la Ley 24.822, mediante el cual se establece un arancel móvil al azúcar importado en función de un sistema de precios de referencia. En complementación con la Ley 26.093, se sancionó en diciembre de 2007 la Ley 26.334 de Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol. Ésta extiende los beneficios de la Ley 26.093 a los productores de caña de azúcar, ingenios azucareros y productores de bioetanol.

En materia provincial, existen diversas normas aprobadas. Las principales provincias productoras de biocombustibles no sólo adhirieron a la Ley 26.093 sino que implementaron distintos incentivos para la promoción de la actividad en su territorio.

Tal es el caso de la provincia de Santa Fe, por ejemplo, que sancionó dos proyectos durante el año 2006, en los cuales la provincia adhiere a la Ley nacional 26.093 y se propone la creación de la Agencia Provincial de la Energía no Convencional Renovable. Este último es un ente autárquico destinado a promover y controlar la investigación en materia de energías, así como su producción y uso. Se establecen asimismo incentivos fiscales entre los que se cuenta la exención o reducción del impuesto a los ingresos brutos, a los sellos, inmobiliario y patentes para los emprendimientos aprobados por la agencia a crear por 15 años. Por último, propone un fondo de promoción para financiar proyectos de producción de energías renovables, constituido a partir de un canon de \$0,20 por usuario del sistema eléctrico provincial. (Proyecto aprobado por n° 12.692, reglamentado por Obeid decreto 158). En línea con la política de promoción se creó una Secretaría de Estado de Energía dentro del ámbito del Poder Ejecutivo Provincial, cuyo objetivo es la producción de combustibles de origen vegetal.

Mediante la Ley Provincial 13.719, sancionada en agosto del 2007, Buenos Aires adhiere a la Ley nacional 26.093 de biocombustibles. La norma es resultado de la unificación de 5 proyectos preexistentes donde se proponía tanto la adhesión como distintas herramientas de promoción para el desarrollo del sector de biocombustibles en la provincia. La Ley establece que tanto los proyectos para autoconsumo como aquellos promovidos por la Ley 26.093, estarán exentos del pago de los impuestos de Ingresos Brutos e Inmobiliario por 15 años. Los proyectos destinados a la venta al mercado interno o para exportación estarán exentos del pago de los impuestos antes mencionados por un plazo de 10 años. Asimismo, el artículo 4° establece la estabilidad fiscal por el término de 15 o 10 años, según corresponda. Mediante la Autoridad de Aplicación, en este caso el Poder Ejecutivo Provincial, se promoverá aquellos cultivos que favorezcan la diversidad del sector agropecuario.

Por último, se establece la creación del Fondo para la Promoción y Fomento de los Biocombustibles (FONBIO) integrado por recursos asignados por la Ley de Presupuesto, ingresos de legados y donaciones, fondos y recursos provenientes de organismos internacionales u organizaciones no gubernamentales y los reintegros a los créditos imputables a este Fondo.

La provincia de Córdoba, mediante la Ley Provincial 9.397, adhiere a la Ley nacional 26.093 y declara de interés público la promoción de la producción, procesamiento y uso sustentable de biocombustibles en el territorio provincial, como también la promoción en forma directa de la investigación tecnológica en el desarrollo del sector.

La Ley establece la exención por 15 años para el pago de tributos que gravan ingresos brutos, producción, industrialización y almacenamiento así como los sellados de actos, contratos y operaciones realizadas que tengan por objeto los biocombustibles. Además, los proyectos comprendidos en la Ley y radicados en la provincia de Córdoba gozarán de los beneficios establecidos en el Programa de Promoción y Desarrollo Industrial de Córdoba. Por último, la Ley establece que los beneficios serán otorgados a aquellos emprendimientos que se encuentren en condiciones de producir, procesar y/o almacenar biocombustibles a partir de los requisitos, y normas de calidad establecidos por la autoridad nacional, provincial y municipal; estar instalados en la provincia y que su capital social mayoritario sea propiedad de personas físicas o jurídicas destinadas a la producción agropecuaria

En marzo de 2007, Entre Ríos otorgó media sanción a un proyecto por el cual se adhiere a la Ley Nacional 26.093 y se crea un Programa Provincial de Promoción de la Investigación y la Producción de Biocombustibles. Propone también el otorgamiento de incentivos fiscales para las actividades de producción, almacenamiento y comercialización de biocombustibles, que incluyen la eximición por 5 años del impuesto a los ingresos brutos, del impuesto a los sellos y del impuesto inmobiliario a los inmuebles afectados a su producción y almacenamiento.

Otras provincias del territorio nacional han impulsado distintos proyectos con características similares a los mencionados anteriormente. El Senado Provincial de Salta adhirió a la Ley nacional y declaró de interés provincial la investigación científica, la producción de productos primarios aplicables a la elaboración de biocombustibles y las distintas etapas vinculadas en su producción y comercialización.

Por otra parte, la provincia de Misiones sancionó durante 2008 un proyecto de ley que establece el Marco Regulatorio y de Promoción para la Investigación, Desarrollo y Uso Sustentable de Fuentes de Energías Renovables No Convencionales, Biocombustibles e Hidrógeno. Para su aplicación se crea un Consejo Ejecutivo y Consultivo de Energías Renovables, en el ámbito del Ministerio del Agro. La Legislatura también declaró de interés provincial la investigación, el desarrollo, la generación y el uso sustentable de energías alternativas, blandas o no convencionales, a partir de la utilización de las fuentes renovables en todo el territorio misionero.

La legislación vigente, nacional y provincial, da cuenta del interés que existe por el desarrollo de la industria en el país, aunque no llega a convertirse en un programa de desarrollo integrado. La existencia de incentivos dispersos complejiza la posibilidad de muchas empresas para poder acceder a ellos. Además, no parece existir un proyecto dirigido y adaptado a las distintas componentes de la

cadena productiva. En Brasil, por ejemplo, la legislación de biocombustibles varía de acuerdo a la variedad de oleaginosas utilizada, la utilización o no de productos primarios provenientes de explotaciones familiares o distintas regiones productivas. Vale mencionar el programa *Selo Combustível Social* que tiene por objeto estimular la agricultura familiar.

El programa otorga a aquellas empresas productoras de biocombustibles que adquieran materias primas en este tipo de explotaciones facilidades de acceso y mejores condiciones de financiamiento de bancos oficiales; la reducción de alícuotas en distintos tributos; el uso de sellos para promover sus marcas comerciales, entre otros. También garantiza a los productores de la exención del impuesto a los productos industriales (IPI) y la exención de la excepción fiscal a la importación de biodiesel. A diferencia de los estímulos otorgados en Argentina, Brasil no estimula la producción de biocombustibles por parte de pequeñas y medianas empresas, sino que otorga a los productores de escala beneficios por contribuir a la producción de materias primas por parte de explotaciones familiares.

El sector privado en Argentina vinculado a esta industria manifiesta ciertas disconformidades con la legislación vigente. Entre ellas podemos citar el reclamo por la implementación de criterios escalonados que diferencien las grandes empresas exportadoras asociadas a aceiteras locales, de las pequeñas y medianas empresas, generalmente provenientes de comunas o municipios, y aquellos microemprendimientos vinculados al autoabastecimiento. En esta línea, manifiestan asimismo la necesidad de contar con incentivos específicos para el sector que abastece al mercado local, no sólo con el corte obligatorio sino también con medidas promocionales como las implementadas en Brasil.

Por otro lado, quien produce actualmente para autoconsumo tiene los mismos requerimientos de aprobación que una planta comercializadora a gran escala. Las normas de seguridad vigentes dadas por la Ley 13.660 y su Decreto Reglamentario 10.877/60 fueron previstas para grandes destilerías de petróleo. Las obligaciones para una planta destinada al autoconsumo son más exigentes que los estándares de calidad vigentes en Alemania y Estados Unidos. Estas son algunas de las modificaciones que el sector privado solicita implementar, además de crear un programa de desarrollo sustentable del sector en cual participen miembros del sector privado así como del gobierno.

4.2 Estándares de Calidad y Seguridad en los Biocombustibles

Todos los motores son diseñados y fabricados para funcionar con al menos un combustible que cumpla con ciertas características técnicas. El Instituto de

Racionalización Argentina de Materiales (IRAM), ha establecido los requisitos y métodos de ensayos para el biodiesel, su comercialización y suministro como combustible para vehículos, a través de la norma 6515/01. Esto es así tanto para su versión pura, como para aquellos cortes realizados con gasoil (que también cumplen con la respectiva norma IRAM de calidad).³⁰

La calidad del biodiesel depende tanto de la calidad de la materia prima de origen (aceite), como de los insumos (metanol y un catalizador, agua sin sarro para lavaje del metiléster) y del proceso de ingeniería aplicado (calidad de la maquinaria). En este sentido, distintos países que utilizan biodiesel han dictado sus propias normas o estándares de calidad. La norma europea en su última versión, la EN 14214 sustituye las otras normas en vigencia de los países de la Unión Europea, imponiendo restricciones más estrictas en cada parámetro de calidad del biodiesel.

Las exigencias en los estándares de calidad varían entre Europa y Estados Unidos. La principal diferencia surge del no establecimiento por parte de la norma norteamericana (ASTM D-6571) de valores de referencia para la estabilidad a la oxidación, medida a través del índice de yodo, y el contenido de metales alcalinos. Argentina ha adoptado los valores más estrictos, estén dados tanto por la norma ASTM o la EN.^{31, 32} En relación a esto, existen barreras no arancelarias para el acceso al mercado europeo relacionadas al índice de yodo; a excepción de España, que ha relajado esta medida permitiendo el uso de biodiesel de soja.

En relación al proceso de producción de biodiesel, los principales recaudos a tomar para una operación óptima en motores diesel son la remoción de glicerina, remoción de catalizador, remoción de alcohol, y ausencia de ácidos grasos libres. En caso de no cumplirse alguno de ellos, los motores presentan excesiva formación de jabones, obturaciones de inyector y corrosión.³³ Por otra parte es fundamental la remoción del metanol proveniente de la transesterificación, ya que su presencia excesiva en el biodiesel impide alcanzar la calidad óptima. Asimismo, baja considerablemente la temperatura de encendido o “flash point” (de alrededor de 130 grados en biodiesel de alta calidad), volviéndose riesgosa su manipulación y uso en vehículos. Finalmente, han de considerarse las medidas de seguridad industrial que salvaguardan la integridad física de las personas y del entorno. Entre ellas, puede

30 Aun cuando las normas IRAM no son vinculantes, facultad indelegable que reside en el Estado Nacional, constituyen un antecedente sumamente importante para la normalización de las actividades y productos.

31 Querini (2004)

32 Querini (2004)

33 En algunos casos las especificaciones corresponden a parámetros que arrojan la calidad del proceso de transesterificación, mientras que otros se vinculan a las propias características del metiléster obtenido de diferentes materias primas. Por ejemplo, uno de ellos es el punto de saponificación, que mide a qué temperatura ocurre la obturación de los inyectores del motor, reacción que vuelve menos aptas a algunas materias primas para el uso final del biodiesel en climas menos cálidos.

considerarse lo referido a la infraestructura, materiales ignífugos, mecanismos de seguridad antiexplosivos, como así también las instalaciones de circulación y almacenamiento de la materia prima, los insumos y el metiléster o biodiesel.

Los estándares de calidad aplicados a los biocombustibles puros o en mezcla deberían cumplir la misma función que aquellos que rigen a los combustibles fósiles: asegurar la correcta operatividad de los motores bajo especificaciones controladas.³⁴ En la actualidad, todos los fabricantes de vehículos certifican el uso del B5 en las motorizaciones diesel, B20 en cierta maquinaria agrícola e incluso E20 en las motorizaciones nafteras. Sin embargo, todas las homologaciones mencionadas rigen para combustibles que cumplen con las normas de calidad antes citadas. Consecuentemente, mezclas con mayor porcentaje de corte o distintas especificaciones requerirán de mayores ensayos en motores, o bien de costos asociados a la adecuación del parque automotor.

4.3 Sustentabilidad Medioambiental

Según Asal (2005) surgen dos aspectos relevantes a la hora de considerar la variable medioambiental en la industria de los biocombustibles. Uno es la reducción en las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero, o GHG en inglés) en relación a los combustibles fósiles. Otro consiste en identificar las externalidades ambientales en el ciclo de vida de los biocombustibles que tengan impactos significativos.

En relación al primer punto, debe tomarse en cuenta que para el caso del biodiesel es necesario diferenciar las emisiones durante la combustión de aquellas que surgen a lo largo del “ciclo de vida” del combustible, que incluye las etapas de producción, transporte y procesamiento. El estudio más citado y sujeto a revisiones científicas, generalmente aceptado para los casos relevantes, proviene de una investigación conjunta del USDA y el Departamento de Energía de EEUU, llevado a cabo por Sheehan et.al (1998).^{35, 36}

34 En el caso de la UE ha aplicado dicho estándar como forma de impulsar la colza como materia prima del biodiesel, aunque como ya vimos esto se ha debilitado en países como España.

35 Según Green Energy News, la mencionada investigación continúa siendo la cita de referencia para las comparaciones de balance energético y emisiones atmosféricas del biodiesel. Esto obedece a que sus resultados fueron confirmados en al menos 8 trabajos científicos realizados desde entonces, cada uno de ellos sometidos a referato académico (Green Energy News, Julio 17, 2005. Vol. 10 No. 17.)

36 En el último año y medio han aparecido otros estudios que intentan medir la reducción de GEI y la eficiencia energética de distintos biocombustibles, como es el documento publicado por el Joint Research Centre (2007).

Según Sheehan *et al.* (1998), el biodiesel puro (B100) de soja como combustible utilizado para el transporte urbano, reduce un 80% las emisiones de Dióxido de carbono en relación al gasoil, mientras que en su mezcla al 20%, dicha merma es del 15%. Por otra parte, genera una caída que varía entre el 8% y 44% en las partículas sólidas menores a 10 micrones (PM10), el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de azufre (todos estos contaminantes) a lo largo del ciclo de vida del mismo.

La combustión del biodiesel genera menor cantidad de humo visible y menores olores nocivos que el gasoil. Es destacable también los menores valores de toxicidad que registra el biodiesel tanto para peces como para mamíferos. El biocombustible resulta altamente biodegradable en el agua, a ritmos muy superiores al del diesel, convirtiéndolo en una opción para su uso en embarcaciones fluviales, especialmente las que transitan zonas sensibles o protegidas. La toxicidad en suelo es cuatro veces menor que el diesel fósil, siendo biodegradado a un ritmo 40% más rápido que este último (ver Lapinskiené *et al.*, 2006).

El biodiesel también se considera beneficioso en relación al gasoil en términos de generación de desechos líquidos y sólidos a lo largo del proceso de producción. Según Asal (2006), la reducción de desechos de biodiesel es un 80% menor a la del diesel regular y la de desechos tóxicos es de hasta un 95% inferior. Sin embargo, la emisión de óxidos de nitrógeno se incrementa un 13% en todo el ciclo de vida del biodiesel, así como un 9% durante la combustión (Sheehan *et al.*, 1998). Otros estudios (Morris *et al.*, 2003) han encontrado incrementos en la emisión de NOx que varían entre 9,9% y 19,6% según la motorización utilizada.

Si bien las emisiones de NOx fluctúan considerablemente según la materia prima del biodiesel, en todos los casos ellas fueron mayores que con diesel. A mayor grado de insaturación de las materias primas para biodiesel (por ejemplo, colza, canola y soja), mayores efectos adversos sobre las emisiones de NOx. Las emisiones NOx no sólo aumentan la contaminación atmosférica, generando polución y lluvia ácida, sino que el óxido nitroso (N₂O) emitido en la etapa agrícola de la producción de biodiesel debido al uso de fertilizantes nitrogenados, lesiona la capa de ozono y resulta un GEI mucho más nocivo que el dióxido de carbono (ver Friedrich, 2004).

En última instancia, el balance final de GEI depende de la materia prima utilizada, el sistema de producción, el rendimiento por hectárea, los insumos involucrados y el grado de aprovechamiento de los residuos surgidos en la producción (Ryan *et al.*, 2006). Estos estudios indican que se produce un ahorro efectivo de emisiones aunque este ahorro no es absoluto. Debemos notar que la mayoría de los estudios comentados se basan en resultados obtenidos en Estados Unidos o la Unión Europea, requiriéndose mayor investigación aplicada al caso argentino. A pesar de ello, puede afirmarse que el escenario internacional se ha visto modificado por la implantación de desarrollos limpios (también conocidos como MDL) y prácticas no contaminantes. La adhesión de los países a iniciativas multilaterales como el

Tabla 11
Balance Energético por País y Cultivo

Cultivo	País	Balance Energético	Supuestos	Fuente
Colza	UE	1,9	Sólo se considera energía del biodiesel.	NTB Liquid Biofuels Network (2000)
Colza	Francia	2,6 a 5,4	Incluye energía obtenida de los subproductos del proceso. Variabilidad según se incluya la energía de la paja (ratio más alto) o no.	ADEME (1997)
Colza	Lituania	1,04 a 1,66	Sólo se considera energía del biodiesel, con 2t/ha de rendimiento agrícola. Variabilidad según sistema agrícola (mejor rendimiento con tecnologías de conservación y biofertilizantes).	Janulis (2004)
Colza	Lituania	1,76 a 6,08	Incluye energía obtenida de los subproductos del proceso, con 2 t/ha de rendimiento agrícola. Variabilidad según se incluya la energía de la paja y se usen tecnologías de conservación y biofertilizantes (ratio más alto) o no.	Janulis (2004)
Girasol	EEUU	0,46 a 0,57	Variabilidad según se considera valor energético de subproducto (harina de girasol) en forma de su calor específico.	Pimentel y Patzek (2005)
Soja	EEUU	3,215	Ratio entre energía del biodiesel y energía fósil utilizada en producirlo.	Sheehan <i>et al.</i> (1998)
Soja	EEUU	0,76 a 0,94	Variabilidad según se considera valor energético de subproducto (harina de soja) en forma de su calor específico.	Pimentel y Patzek (2005)
Soja	EEUU	Ahorro 19,25 GJ/ha/año	Sistema de rotación soya-maíz, donde el maíz se usa para etanol y la soja para biodiesel. Se considera la energía de ambos productos.	Kim y Dale, 2005

Fuente: Castro (2006)

Protocolo de Kyoto, introdujo nuevas demandas que se trasladarán a los esquemas regulatorios nacionales. El límite será aplicado a la participación de combustibles fósiles no renovables, introduciendo como solución la implementación de biocombustibles en la matriz energética mundial.

Argentina adhirió al Protocolo de Kyoto en el año 2000, entrando en vigencia dicho compromiso en el año 2005. En este sentido, tanto las leyes 24.295 y 25.438, las cuales aprueban la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el mencionado Protocolo, sirven como antecedente para la Resolución 1076/2001, donde se creó el Programa Nacional de Biocombustibles en el marco de la entonces Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental.

Así, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) constituyen un factor que potencia y favorece la oferta de biocombustibles. Aún cuando su implementación parece difícil en el corto plazo, los proyectos que califiquen para el otorgamiento de los llamados “Bonos de Carbono”, podrían contar con un instrumento o certificado transable en el mercado como “subproducto” de la obtención del combustible alternativo.³⁷

La principal herramienta para estos bonos son los Certificados de Emisiones Reducidas (CER), los cuales se miden en toneladas de dióxido de carbono (CO₂) equivalente. Un CER representa así una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera. Estos certificados pueden venderse en el mercado de carbono de países industrializados, contribuyendo al cumplimiento de éstos últimos de sus compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El precio actual de la tonelada de CO₂ es entre 3 dólares y 4,20 dólares, dependiendo del proyecto involucrado.

La venta de los CER influye mejorando la rentabilidad del negocio, además de fortalecer la competitividad de la empresa ya que para poder emitir estos certificados es necesario implementar mecanismos de supervisión de los procesos.

En Argentina, a pesar de los esfuerzos que se encuentran realizando desde la Gerencia de Investigación y Desarrollo de Proyectos del Mercado de Capitales de la Bolsa de Comercio de Buenos Aires, la implementación de éstos es compleja. Actualmente existen sólo dos certificados, ambos relacionados con residuos sólidos urbanos, pero ninguno vinculado al desarrollo de biocombustibles.

Otro factor que incide sobre la sustentabilidad de los combustibles se encuentra relacionado con el balance energético. En este sentido, hay dos tipos de indicadores usualmente utilizados para medir los parámetros relevantes: (1) el índice de eficiencia energética de ciclo de vida, que mide cuanta energía contiene el combustible en

37 Todavía existen incertidumbres en relación a quienes serían los beneficiarios del mismo, y cuál sería su precio, más allá de la falta de metodologías aceptadas por el UNFCC para calcular la “línea de base” de emisiones.

relación al total de energía primaria que fue necesaria consumir para su obtención; (2) el contenido energético del combustible en relación a los requerimientos de energía fósil que fueron necesarios para su obtención.

Estos indicadores dependen de las condiciones climáticas, de las materias primas, de las tecnologías agrícolas y de procesamiento utilizadas en la producción, por lo que los balances energéticos para el biodiesel varían sensiblemente. Sheehan *et al.* (1998), establece un requerimiento del orden de 1,20 unidades de energía necesaria para obtener una unidad de energía contenida en el diesel de petróleo. Dicho indicador asciende a 1,24 para el caso del biodiesel, resultando en la práctica equivalentes.

A diferencia del primer indicador, al calcular el segundo, Sheehan *et al.* (1998) establece que por cada unidad energética que contiene el gasoil, el mismo requiere 1,19 unidades energéticas de energías fósiles. Por el contrario, para el caso del biodiesel dicho indicador se ubica en 0,31. Esto significa que la producción de una unidad de energía de biodiesel requiere casi un tercio de unidad de energía fósil.

Tanto para el caso mencionado, como para el caso argentino, cuya única aproximación disponible es la de Ferraro y Bustos (2004), las conclusiones son similares. El balance indica que, si bien energéticamente tanto el gasoil como el biodiesel son marginalmente ineficientes (debido a que usan más energía que la que contienen en magnitudes casi idénticas), éste último disminuye un 95% la tasa de vaciado (“*depletion rate*”) de los combustibles fósiles, debido a su carácter de renovable.³⁸

Por último, en cuanto a la disponibilidad de factores para la producción, se calcula que serán necesarias grandes extensiones de tierra y crecientes cantidades de materia prima transformable a biocombustibles para reemplazar el combustible fósil utilizado en el mundo. Como se mencionó anteriormente, las estimaciones más conservadoras establecen que si toda el área arable del mundo se dedicara a cultivos energéticos, solo podría aportar alrededor de 11% de la actual oferta de combustibles fósiles. De hecho, en el caso de Argentina se requeriría emplear alrededor del 15% del área sembrada a efectos de cumplir con las metas establecidas en el marco regulatorio sectorial recientemente aprobado.

Resulta claro que esta fuente de energía, en las condiciones de desarrollo actual, no podrá reemplazar completamente a los combustibles fósiles. A pesar de ello, el

38 Nuevos estudios como el de Pimentel y Patzek (2005) han elaborado conclusiones opuestas al de Sheehan *et al.* (1998), llegando a balances negativos tanto para la soja como para el girasol. Este documento, que ha generado cierta controversia dentro del sector, ha recibido críticas en relación a la falta de transparencia de la metodología utilizada según los estándares científicamente aceptables. Más recientemente, Fargione *et al.* (2008) también criticaron el uso de los biocombustibles, debido a los efectos negativos sobre el balance de carbono que —según estiman— ocurre a partir de la conversión de tierras para la producción de biomasa.

creciente peso de la materia prima destinada a biocombustibles debe observarse con cautela. En ningún caso las políticas de incentivos, directa o indirectamente, deben afectar la seguridad alimentaria, fomentar prácticas medioambientales poco responsables, o utilizar en exceso recursos escasos tales como el agua. Dichos desafíos conducen a la necesidad de avanzar sobre nuevos cultivos de mayor rendimiento energético, que no compitan por el uso de la tierra, como es el caso de la *jatropha*, que se desarrolla sin grandes dificultades en zonas semiáridas o terrenos marginales. Otros ejemplos, son los biocombustibles de “segunda generación”, como la biomasa de celulosa o las microalgas, todavía en etapa experimental para su producción masiva.

5. CONCLUSIONES

Los biocombustibles cuentan con favorables expectativas de crecimiento, en un contexto donde la demanda internacional se ve asegurada por marcos regulatorios nacionales en diferentes países del mundo. En este sentido, Argentina dispone de condiciones objetivas para el desarrollo de la actividad, como la disponibilidad de materia prima abundante y diversa, y una cadena de valor oleaginosa desarrollada e integrada a las redes transnacionales de producción.

El Estado argentino ha considerado esta actividad como estratégica, y resulta así una de las pocas con marcos de promoción específicos, tales como la minería o el software. En paralelo con este aumento en el interés del gobierno, nuevas plantas e iniciativas entraron en funcionamiento, al tiempo que nuevos proyectos se encuentran en proceso de construcción. En este caso, la mayoría de la actual capacidad de producción de biocombustibles está ligada a inversiones de grandes empresas con capacidad de diversificar su oferta exportadora de aceites (en el caso del biodiesel), y cuya exposición al mercado doméstico es exigua.

Sin embargo, existe una serie de desafíos y dudas de cara a la evolución de esta industria incipiente. En primer lugar, todavía resta por terminarse el marco de incentivos para las empresas proveedoras de biocombustibles en el mercado doméstico. A la fecha, no existen normas complementarias que especifiquen, entre otras cosas, cuestiones como el mecanismo de formación de precios para el biocombustible de uso doméstico y la estabilidad de la carga tributaria en el sector.

Es indispensable avanzar en una mayor vinculación de la industria al aparato científico tecnológico nacional, con el fin de generar encadenamientos que permitan desarrollar proveedores de insumos y maquinarias, así como avances en materia de biotecnología e investigación científica.

Es necesario también asignar mayores esfuerzos a la investigación y desarrollo de biocombustibles de segunda generación. Tal como se comentó, el futuro de la industria pareciera dirigirse a aquellos insumos que no presentan competencia por la tierra fértil con la producción de alimentos. El caso del biodiesel de microalgas y el etanol de celulosa comentados previamente surgen como opciones o alternativas de alto potencial de cara a los próximos años.

Asimismo, el espíritu de la ley de biocombustibles prioriza el desarrollo de las PyMES en el programa de incentivos gubernamentales. En este sentido, también resultará un desafío poder evaluar la capacidad de estas firmas para participar del mismo, y definir los criterios y los montos por los cuales es asignado el cupo de producción que recibirá este conjunto de firmas, a fines de cumplir con los porcentajes de corte obligatorio.

Finalmente, resultará estratégico definir una política impositiva y energética de manera de fomentar una mayor inserción de los biocombustibles en la matriz energética. Allí se suman los desafíos de mantener la recaudación fiscal proveniente de dicha industria con las reglas del comercio internacional; y al mismo tiempo, mantener los crecientes niveles de productividad necesarios para afrontar un mercado con precios ampliamente distorsionados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEME. (1997), Base de données Ademe, matériaux d'emballage, Rapport final.
- Asal, S. and R. Marcus (2005), "Biomass Energy Potential in Argentina", Université Paris Dauphine. Paris. Master Thesis.
- Castro, P. (2006), "Opciones para la Producción y Uso del Biodiesel en Perú", Soluciones Prácticas, ITDG, Lima.
- Chisti, Y. (2007), "Biodiesel from microalgae", Research review paper, Massey University.
- FAO-OCDE (2006), Agricultural Outlook 2007-2016.
- Fargione, Joseph; Jason Hill, David Tilman, Stephen Polasky, Peter Hawthorne (2008) "Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt" *Science* 319: 1235.
- Ferraro y Bustos (2004), "Balance Energético y Económico para Distintas Rotaciones de Cultivos en la Región Pampeana (Argentina)", Facultad de Agronomía, UBA.
- Friedrich, S. (2004), "A world wide review of the commercial production of biodiesel – A technological, economic and ecological investigation based on case studies", Schriftenreihe Umweltschutz und Ressourcenökonomie. Band 41. Viena: Institut für Technologie und nachhaltiges Produktmanagement der Wirtschaftsuniversität. 150 pp.
- IFPRI (2006), "Global Scenarios for Biofuels: Impacts and Implications", Mimeo.
- Jank (2007), "Potential Supply and Demand for Biofuels in the Coming Decade: Towards a US-Brazil Partnership", Powerpoint Presentation, Woodrow Wilson Center, Washington, DC.
- Janulis, P. (2004), "Reduction of energy consumption in biodiesel fuel life cycle", *Renewable Energy* 29 (2004) 861–871.
- Joint Research Centre (European Commission), EUCAR & CONCAWE (2007) "Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context". (<http://ies.jrc.ec.europa.eu/wtw.html>)
- Kim, S. y Dale, B. (2005), "Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: Bioethanol and biodiesel", *Biomass and Bioenergy* 29: 426–439.
- Kojima, M., Mitchell, D., y Ward, W. (2007), "Considering Trade Policies for Liquid Biofuels", Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), World Bank.
- Lamers, P. (2006), "Emerging Liquid Biofuel Markets: ¿A dónde va la Argentina ?", IIIIEE, Lund University, Sweden.

- Lapinskiené, A., Martinkus, P. y Rébzdaité, V. (2006), "Eco-toxicological studies of diesel and biodiesel fuels in aerated soil", *Environmental Pollution* 142: 432-437.
- MAIZAR (2004), "La Industria del Etanol a Partir del Maíz: ¿ Es factible su desarrollo en la Argentina ?", mimeo.
- Mitchell, D. (2008), "A Note on Rising Food Prices", Policy research working paper, WB
- Molina, C. (2006), "Los Biocombustibles y su Impacto Agrícola Regional en la Argentina", Presentación de Powerpoint, Jornadas Sobre Biocombustibles, Cultivos No Tradicionales y su Impacto en las Economías Regionales.
- Morris R., Pollack, A., Mansell, G., Lindhjem C., Jia, Y. y Wilson, G. (2003), "Impact of Biodiesel Fuels on Air Quality and Human Health", Summary Report September 16, 1999–January 31, 2003. NREL/SR-540-33793. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- NTB Liquid Biofuels Network. URL: <http://www.nf-2000.org.html>
- Pimentel, D. y Patzek, T. (2005), "Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower", *Natural Resources Research* 14 (1): 65-76.
- Querini (2006), "Biodiesel: Producción y Control de Calidad", ACSOJA 2006.
- Rabinovich, G. (2007), "Panorama Estratégico para los Biocombustibles en Argentina", Presentación de Powerpoint. Seminario CIPPEC sobre "Perspectivas Estratégicas para los Biocombustibles en Argentina", 24 de Agosto.
- Risso, D. (2006), "Panorama de la Refinación en los Próximos 10 años", Jornadas Latinoamericanas de Refinación, Instituto Argentino del Petróleo y Gas (IAPG). Presentación de Powerpoint.
- Rozemberg, R. (2007), "Oportunidades y Desafíos para el Desarrollo de Biocombustibles en Argentina". Foro Global de Bioenergía, Rosario. Presentación de Powerpoint.
- Ryan, L., Convery, F. y Ferreira, S. (2006), "Stimulating the use of biofuels in the European Union: Implications for climate change policy", *Energy Policy* 34: 3184–3194.
- Schvarzer, J., Tavosnanska, A. (2007) "Biocombustibles: expansión de una industria naciente y posibilidades para la Argentina", Centro de Estudios de la Situación y Perspectivas de la Argentina (CESPA), UBA.
- Sheehan, J., Camobreco, V., Duffield, J., Graboski, M. y H. Shapouri (1998), "An overview of biodiesel and petroleum diesel life cycles", National Renewable Energy Laboratory of U.S. Department of Energy (DOE), U.S.A.
- Ugolini (2003), "Estudio para Determinar la Factibilidad Técnica y Económica del Desarrollo del Biodiesel", Mimeo.
- United States Department of Energy (2006), "Breaking the Biological Barriers to Cellulosic Ethanol", DOE.

Verhagen, Margo (2007), "Allies in Biofuels: Opportunities in the Dutch Argentinean Relationship", Embajada del Reino de los Países Bajos en Argentina.

Villela (2006), "Bioenergía 2006: Avances y Perspectivas", Fac. de Agronomía, UBA.

Wilensky, A. (2007) "La gestión ambiental en la actividad agropecuaria". Presentación de Powerpoint, AIDIS Argentina.

ANEXOS

ANEXO I POLÍTICAS PÚBLICAS QUE AFECTAN EL MERCADO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LOS PAÍSES DESARROLLADOS³⁹

Unión Europea

Existen dos tipos de políticas que afectan el mercado de biocombustibles, de manera directa o indirecta. Una está relacionada al apoyo a la producción y utilización de estos carburantes per se, como exenciones impositivas a productores, subsidios al consumo, créditos, etc. Otra muy diferente, la constituyen las políticas de apoyo o subsidio al sector agrícola en los países desarrollados.

Históricamente, los objetivos de la PAC (Política Agrícola Común) incluían mantener elevado el nivel de vida de los agricultores europeos, estabilizar los mercados, garantizar la seguridad alimentaria y asegurar niveles de precio razonables para los consumidores. A tal fin, la intervención en el precio de los commodities y altos aranceles a la importación han sido la médula espinal de dicha Política, asegurando precios mínimos a partir de los cuales se le garantiza la compra al agricultor de todo el excedente de su producción.

Dicho exceso era posteriormente almacenado y exportado con subsidios, o bien reutilizado como insumo en otros procesos para los que también existe apoyo doméstico. Sin embargo, un proceso de reformas iniciado en 1992 ha determinado que se abandonaran este tipo de subsidios, para utilizarse otro tipo de ayudas domésticas.

39 Basado en Kojima *et al.* (2007).

La mencionada reforma se caracterizó por el control de la oferta agrícola, mediante la imposición obligatoria a los productores de un porcentaje de tierra que no podía ser utilizada (“*set-aside program*”). Para ser elegibles, los productores de granos, oleaginosas o cultivos proteicos debían dejar inutilizadas cierto porcentaje de sus tierras productivas. En reformas subsiguientes se compensó a los agricultores con pagos directos por el desmantelamiento parcial del sistema de precios sostén, fijándose el porcentaje de tierra no utilizable en el 10% —exceptuando a los productores pequeños de dicha norma—.

Tabla 12
Mandatos Mínimos para el uso de biocombustibles en Europa

País	Metas
República Checa	2% empezando en Septiembre 2007.
Francia	2007: 3,5%; 2008: 5,75%; 2009: 7%; 2010: 10%.
Alemania	Mandato General 2009: 5,25%; 2012: 7,25%; 2015: 8% (Biodiesel tiene una meta específica del 4,4%; para el etanol es 2,8% en el 2009 y 3,6% en adelante) El mandato general se llena con cualquier combinación posible de biocombustible.
Hungría	4,4% en volumen.
Holanda	2%.
Rumania	2% empezando en Enero 2007.
Reino Unido	2008/9: 2,5%; 2009/10: 3,75%; 2010 en adelante: 5%

Fuente: Kojima et al. (2007).

Finalmente, a partir del 2003/2004 la última reforma importante a la PAC consistió en la utilización parcial de pagos directos desvinculados (“*de-coupled*”) con las decisiones de producción de acuerdo al tipo de cultivo específico, basados en el promedio de los pagos efectuados en el 2000-2002. Este sistema de pagos desvinculados reemplaza parcialmente el sistema de precios sostén, llegando a representar un 35% de los ingresos de los productores.⁴⁰ Asimismo, la UE mantiene un complejo sistema de barreras a la importación mediante aranceles y contingentes arancelarios, impidiendo que los precios se mantengan por debajo de los mínimos establecidos por la PAC.

Además de las políticas activas que la Unión Europea ha mantenido en materia agrícola, un nuevo mandato introducido por la Comisión Europea estableció un porcentaje mínimo (10%) de biocombustibles en la mezcla con combustibles fósiles

⁴⁰ La PAC contemplaba hasta el 2008 un pago especial para cultivos energéticos de 45 euros por hectárea, con un máximo de 1,5 millones de hectáreas.

utilizados en transporte para el año 2020. Dicha directiva, todavía bajo discusión, dejará decidir a cada País Miembro la combinación óptima de fuentes renovables para cumplir el mandato, estableciendo Planes de Acción Nacional con objetivos y metas específicas para los distintos sectores de energía renovables (electricidad, biocombustibles líquidos, etc.).

Asimismo el Artículo 16 de la Directiva de Impuestos a la Energía de la UE, permite una serie de exenciones impositivas a los biocombustibles. Austria, Bélgica, Dinamarca, Estonia, Alemania, Italia, Irlanda, Lituania y el Reino Unido aplican esta reducción en las cargas impositivas al etanol y al biodiesel.

Por su parte, Alemania otorga exenciones impositivas sobre el impuesto a los combustibles sin aplicar restricciones cuantitativas. Las exenciones fiscales han ascendido a € 0,4704 (US\$ 0,64) por litro de biodiesel y de aceite vegetal, y € 0,6545 (US\$ 0,88) por litro de etanol y ETBE (otro biocombustible). Asimismo, aparte de los proyectos de I&D financiados por el gobierno, también existen facilidades para financiar inversiones de capital dedicadas a bioenergía. Finalmente, este país ha mantenido una exención a los impuestos al consumo de combustibles renovables de € 0,10 por litro. Sin embargo, recientemente se ha aprobado una legislación que a la par de establecer cortes obligatorios en los combustibles fósiles con biocombustibles, establece un calendario de reducción paulatina de estas excepciones impositivas.

Por su parte, la industria de los biocombustibles en Francia fue favorecida por el Programa de Producción de Biocombustibles, que ha favorecido el otorgamiento de subsidios al capital. Asimismo, existen reducciones a los impuestos de € 0,33 por litro de etanol en ETBE o gasolina, y € 0,25 por litro de biodiesel. Si bien estas exenciones no son automáticamente otorgadas por el gobierno, el mismo se encuentra financiando programas de I&D, y fijando porcentajes de compra de vehículos estatales que funcionan con tecnología flex (30% en el 2008). Sin embargo, las exenciones impositivas recién mencionadas serán descontinuadas en el 2012.

Como tercer productor de biodiesel en Europa, Italia ha concedido exenciones impositivas de € 0,413 (US\$ 0,56) por litro de biodiesel, en cantidades limitadas. Por su parte, en 2005 fue otorgada una reducción al impuesto a los combustibles aplicada al etanol y ETBE, de € 0,26 (US\$ 0,35) y € 0,25427 (US\$ 0,34) por litro, respectivamente. Por su parte, España también otorga este tipo de exenciones —aplicables hasta el año 2012— de € 0,42 (US\$ 0,57) por litro de etanol y € 0,29 (US\$ 0,39) por litro de biodiesel. De otra forma, el gobierno ha provisto asistencia en inversiones de capital, subsidio a las tasas de interés del 0,5% en proyectos elegidos, y una deducción impositiva para la inversión en activos tangibles.⁴¹

41 A la fecha de publicación del informe existían cambios en los mandatos de corte obligatorio.

En términos de las barreras comerciales, el biodiesel se encuentra sujeto a un arancel ad valorem del 6,5 por ciento, al que se le aplica —en el caso de algunos países entre los que se incluye Argentina— preferencias arancelarias del 100%. Dicho acceso preferencial, que está sujeto a revisiones periódicas, ha sido prorrogado. Por su parte, un derecho de importación de € 0,192 por litro es impuesto sobre el etanol desnaturalizado, y € 0,102 por litro sobre el etanol desnaturalizado. Entre 2002 y 2004, el 93 por ciento de etanol importado en la Unión Europea era desnaturalizado. Asimismo, una red de preferencias comerciales se aplica a las barreras al comercio para los biocombustibles.

El Sistema Generalizado de Preferencias Plus incluye beneficios arancelarios en la importación de etanol para un grupo de países como Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Panamá, Perú, El Salvador, Venezuela, Georgia, Sri Lanka, Mongolia, y Moldova, aunque dicho esquema vence a fines del 2008. Asimismo, acuerdos como el EBA (“Everything but Arms”) y el ACP (Asia, Caribe y Pacífico) extienden la lista de países beneficiarios.

Sin embargo, en la práctica la comunidad europea contempla barreras técnicas al comercio, provenientes de la norma EN 14214 que (entre muchas otras cosas) establece un valor máximo aceptable en el índice de yodo que contienen los biocombustibles. Si bien España ha aumentado las cantidades aceptables bajo su estándar (de 120 a 140), esto afecta directamente el precio de las exportaciones de biodiesel de soja, debido a que el mismo supera dichos valores. En caso de querer ser utilizado en España, el aceite de soja ha de ser hidrogenado para llegar a un índice de 135. En cambio, cumplen con dicho estándar la colza, la palma, la grasa animal, y el girasol alto oleico.

En otro orden, los aceites hidrogenados, las grasas animales y el aceite de palma se vuelven sólidos a temperatura ambiente de la temporada invernal en Europa, no cumpliendo con otro parámetro de calidad, que es el punto de obturación de filtros. Consecuentemente, han de ser aditivados o cortados en pequeños porcentajes.

Estados Unidos

Estados Unidos ha incorporado como ley la “*Renewable Fuels, Consumer Protection and Efficiency Act of 2007*”, que redefine entre otras cosas, los mandatos de corte obligatorio de biocombustibles en el consumo de carburantes fósiles. Originalmente, los “*Renewable Fuel Standards*”, autorizados por la *Energy Policy Act de 2005*, establecían el uso de 7.500 millones de galones de energía renovable para el año 2012. Sin embargo, la nueva legislación duplica para tal fecha el volumen de biocombustibles para mezcla, y aumenta hasta 36.000 millones de galones para el

año 2022. Esta norma prevé alcanzar un importante aumento de la producción de biocombustibles de “segunda generación” (por ejemplo, de etanol celulósico, para lo cual se está destinando cuantiosos recursos en I&D) que podría llegar a 21.000 millones de galones más para dicho año.

En otro tipo de apoyo, el gobierno americano proporciona distintas facilidades a los productores agrícolas de acuerdo a la legislación específica o *Farm Bills*, que se extienden por 5 años. El último de ellos es el “*Farm Security and Rural Investment Act of 2002*” que expiró en el 2008. En el mismo, fijó la ayuda directa del gobierno a los productores de commodities elegibles, a partir de tres programas: el de pagos directos, de pagos contracíclicos, y un programa de préstamos (“*marketing loan program*”). Además, proporcionó un subsidio a los cultivos y un seguro al ingreso, contribuyendo a la gestión del riesgo. Asimismo, los productores también recibieron ventajas de programas de gobierno que promueven la liberalización del comercio y ayuda alimentaria (“*US Food-Aid*”), al tiempo que existen programas específicos aplicables a cultivos individuales.⁴²

Los pagos directos realizados a los agricultores que participan del programa, se realizan independientemente de las decisiones de producción. Los principales cultivos elegibles son el maíz, sorgo, avena, trigo, algodón, arroz, soja y otras oleaginosas y el maní. El mismo se calcula en base a una tasa específica por cultivo, el rendimiento del cultivo, y el tamaño del productor.

El programa de préstamos de asistencia provee fondos que utilizan el cultivo como colateral, donde se calculan unos US\$ 77 por tonelada para el caso del maíz. Los productores tienen la posibilidad de saldar la deuda entregando la cosecha a la *Commodity Credit Corporation (CCC)* sin sufrir penalización, o bien repagando dichos fondos. Y por último, los pagos contracíclicos se realizan a los productores cuando el precio efectivo del maíz baja de la meta establecida en US\$ 102 por tonelada. Estos pagos se realizan independientemente de cuanta producción se asigna o cuales cultivos se deciden plantar.

Por otra parte, los productores también pueden suscribir seguros de ingreso o de cultivo subsidiados como forma de administrar el riesgo (en el 2001, el 74% del maíz plantado era cubierto por alguno de estos). Asimismo, el USDA promueve la exportación subsidiada de granos mediante su “*Export Credit Guarantee Program*” y el “*Intermediate Export Credit Guarantee Program*”. Finalmente, la legislación vigente permite elegir participar de manera voluntaria a los productores en programas ambientales y de conservación del suelo, donde se reciben incentivos por dejar de utilizar las tierras productivas.

En EE.UU. existe una serie de incentivos de larga data, nacionales y estatales, que beneficia a los productores de biocombustibles. Esto comenzó con el *Energy*

42 A la fecha de publicación del informe, se había aprobado el Farm Bill 2008-2012.

Tax Act de 1978, que ofrecía a los mezcladores una deducción de impuestos de US\$ 0,11 por litro de gasoil (gasolina mezclada con 10% de alcohol de fuentes vegetales, equivalente al uso de etanol). Esta cifra posteriormente subió a US\$ 0,159 por litro en 1984 y bajó a US\$ 0,135 en el 2005 con el “*Volumetric Ethanol Excise Tax Credit*” (VEETC) contemplado en el “*American Jobs Creation Act of 2004*”. Asimismo, este programa provee una exención impositiva a los mezcladores de US\$ 0,26 por litro al biodiesel realizado de productos agrícolas, y de US\$ 0,13 por litro al biodiesel de otras materias primas como los aceites reciclados. A nivel estatal, pueden encontrarse incentivos y mandatos de uso en biocombustibles. Minnesota, Hawaii, Washington, Montana, Iowa, Louisiana y Missouri ya cuentan con normas propias para su implementación. Asimismo, Pennsylvania, Indiana, Wisconsin y California van en esa misma dirección.

Por otra parte, en el año 2000 el USDA inició el Programa de Bioenergía, administrado por la *Commodity Credit Corporation (CCC)*, de manera de administrar los excedentes de cultivos y estimular la producción de biocombustibles. El Departamento de Energía (DoE) hizo lo propio con otros programas destinados a la investigación y desarrollo de fuentes alternativas de energía y tecnologías de conversión, como el *Biomass Program*. Este complejo mantiene conjuntamente con la academia, la industria y una red de laboratorios un programa plurianual en el que se están dedicando recursos para etanol celulósico y nuevos cultivos energéticos.

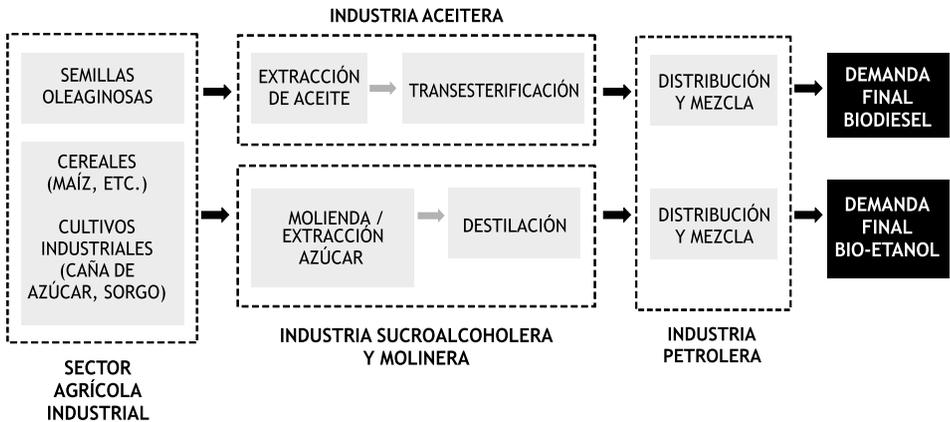
Tal como se ha visto, el actual mercado de los biocombustibles todavía se encuentra en etapa de desarrollo. Por un lado, el enorme peso relativo de los Estados Unidos y Brasil en la producción y comercio del etanol, no ha cimentado sus bases. Y en cuanto al biodiesel, el mercado de importación en Europa ha resultado de notoria importancia para el desarrollo mundial de dicho producto. Sin embargo, una serie de imperfecciones en el esquema tributario norteamericano se encuentran afectando, entre otras cosas, el proceso de formación de precios a nivel global.

ANEXO II

ESQUEMA DE LA CADENA DE VALOR DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Una breve descripción de las características técnicas de la estructura de la cadena de valor de los biocombustibles y su esquema de funcionamiento, puede sintetizarse la siguiente manera:

Gráfico 19
Cadena de Valor de los Biocombustibles



La materia prima para la obtención de biodiesel proviene de los cultivos oleaginosos, principalmente soja. Las principales asociaciones empresariales ligadas a dicha cadena son ACSOJA y AAPRESID, siendo esta última la que aglutina a los productores que utilizan el método de siembra directa.

En el siguiente eslabón se encuentran las empresas aceiteras agrupadas en CIARA, la cámara de empresas aceiteras, que además de operar en el segmento de exportación de granos y subproductos de la extracción del óleo, también son en la actualidad las líderes en la transesterificación y producción de biodiesel de exportación. Además, los productores de biocombustibles para exportación ya se agruparon en la Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO), entidad de reciente data.

En el caso del etanol, la cadena también se halla integrada. En primer lugar, MAIZAR reúne a los productores de maíz, uno de los cultivos disponibles en gran

volumen para su obtención. La otra fuente es la caña de azúcar, cuyos productores se hallan integrados en su producción y procesamiento. Allí el Centro Azucarero Argentino nuclea a los ingenios más importantes que serán los principales productores de bioetanol, junto con firmas de agroalimentos como Adecoagro. Asimismo, también se encuentra en este segmento la Cámara de Alcoholes.

Finalmente, aquellas empresas vinculadas a la mezcla del biodiesel o bioetanol puro con el gasoil fósil y naftas son las principales empresas productoras de petróleo, gas natural e hidrocarburos refinados, tales como Repsol YPF, Esso, Shell y Petrobras.

