

***Estudio comparativo de las potencialidades  
de producción de bio combustibles derivados  
de oleaginosas y cereales en la Provincia de  
Santa Fe***



Informe Final

Provincia de Santa Fe  
Asociación Civil Argentium

Consejo Federal de Inversiones

Consultor Experto: ing. Carlos A. Chiavarini

Octubre 2007

## **Índice**

Introducción.....	2
<i>1. Características de los biocombustibles.....</i>	<i>10</i>
1.1 Bio diesel.....	10
1.1.1 Propiedades.....	12
1.1.2 Características.....	15
1.1.3 Química básica de los aceites y grasas.....	17
1.1.4 Reacciones químicas comunes.....	19
1.1.5 Propiedades físicas.....	21
1.2 Bio etanol.....	24
1.2.1 Obtención.....	26
1.3 Resumen.....	28
<i>2. Obtención de biocombustibles.....</i>	<i>29</i>
2.1 Obtención de bio etanol.....	30
2.1.1 Molienda seca.....	31
2.1.2 Molienda húmeda.....	32
2.1.3 Cultivos que se pueden utilizar para la obtención de bio etanol.....	34
2.1.3.1 Maíz .....	34
2.1.3.2 Sorgo.....	39
2.1.3.3 Trigo.....	44
2.1.3.4 Caña de Azúcar.....	47
2.2 Características de los combustibles diesel.....	51
2.2.1 Contenido energético.....	52
2.3 Obtención de bio diesel.....	53
2.4 Cultivos que se pueden utilizar para la obtención de bio diesel.....	60
2.4.1.1 Colza.....	60
2.4.1.2 Soja.....	65
2.4.1.3 Girasol.....	75
2.4.2 Otros cultivos oleaginosos.....	83
2.4.2.1 Cártamo .....	83
2.4.2.2 Lino .....	86

2.4.2.3 Maní.....	88
2.5 Resumen.....	92
3. <i>Matriz energética</i> .....	94
3.1 Nivel Mundial.....	95
3.2 Argentina.....	97
3.2.1 Situación Actual de la Energía en Argentina.....	99
3.3 Unión Europea.....	101
3.4 Energías Fósiles.....	102
3.5 Resumen.....	106
4. <i>El por qué de los bio combustibles</i> .....	107
4.1 Ventajas de los Bio Combustibles.....	107
4.2 Energías renovables y efecto Invernadero.....	117
4.3 Resumen.....	118
5. <i>Situación de la producción de los bio combustibles en otros países</i> .....	120
5.1 Unión Europea.....	120
5.1.1 La Colza como materia prima en la Unión Europea.....	130
5.1.2 Estrategia de la Comisión Europea para el uso y producción de Bio combustibles.....	131
5.2 Estados Unidos.....	133
5.2.1 Regulación sobre los combustibles renovables en EEUU.....	141
5.3 Brasil.....	143
5.4 Otros países.....	144
5.5 Perspectivas para la exportación a la Unión Europea de bio diesel producido en Argentina.....	146
5.6 Resumen.....	147
6. <i>Producción de caña azúcar y bio etanol en Brasil: Conocimiento “in situ”</i>	149
6.1 Resumen.....	163
7. <i>Situación actual de los Biocombustibles: Argentina y Santa Fe</i> .....	164
7.1 Bio diesel.....	164
7.2 Bio etanol.....	169
7.3 Terminales Portuarias y plantas de Molienda en la zona Rosafé.....	173

7.4 Ventajas comparativas y competitivas en la Provincia de Santa Fe para la producción de biocombustibles.....	183
7.4.1 Vías Navegables.....	185
7.4.2 Líneas Ferroviarias de Carga.....	187
7.4.3 Anillo Circunvalar Rosario.....	190
7.5 Resumen.....	192
8. <i>Estructura de Costos</i> .....	194
8.1 Mercados de Futuros de bio etanol y bio diesel.....	199
8.1.1 Bio etanol.....	199
8.1.2 Bio diesel.....	202
8.2 Resumen.....	204
9. <i>Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles</i> .....	205
9.1 Fuentes nacionales.....	205
9.2 Vigencia.....	205
9.3 Autoridad de aplicación.....	207
9.4 Actividad reglada.....	208
9.5 Definición de Biocombustible.....	209
9.6 El Régimen y el mercado biocombustible.....	210
9.7 Régimen Promocional.....	212
9.8 Fuente provincial.....	215
9.9 Otras fuentes provinciales.....	218
9.10 Resumen.....	220
10. <i>Bonos de carbono</i> .....	224
10.1 Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....	224
10.2 El Protocolo de Kyoto en el derecho argentino.....	224
10.3 El Mecanismo para un Desarrollo Limpio.....	229
10.4 El comercio de las certificaciones de reducción de emisiones.....	233
10.5 Resumen.....	237
11. Conclusiones Finales.....	238

12. Bibliografía .....	241
Anexo.....	250

## **Introducción**

Las energías renovables, se han transformado en los últimos años, en eje de análisis e investigación, los cuales son abordados, desde distintos campos científicos. Esto involucra un abanico muy amplio de perspectivas, que van desde la preocupación ambiental a nivel planetario, por las causas de las emisiones de los combustibles fósiles, y su incidencia en el calentamiento global y cambio climático, hasta la visión de agotamiento que presenta la matriz energética actual, a nivel mundial, incompatible con un mundo en crecimiento, y un insumo con horizonte de agotamiento.

Tampoco es menor, la importancia y el análisis político, que pueda realizarse por tensiones mundiales originadas entre países productores de petróleo, y el resto del mundo.

Prueba de este marco general, son por un lado, los acuerdos y protocolos que se realizan a nivel mundial, para comenzar, en forma paulatina, un proceso de sustitución en la provisión de combustibles fósiles, por combustibles que provengan de transformaciones de insumos renovables (bio masa, energía solar, energía eólica, etc.). Esto se realiza teniendo como norte, la protección del medio ambiente, vía reducción en el uso de emisiones contaminantes.

Conjuntamente con ello, la iniciativa se ve avalada, por el principal incentivo que posee toda economía mundial: los precios. El ritmo de aumento vertiginoso que adquiere el precio del barril del petróleo, constituyen un elemento central, que no se debe soslayar, al intentar adaptar las fuentes renovables de energías, a los procesos de producción y consumo.

Si bien es cierto, que los combustibles de origen vegetal, fueron probados con éxito, en forma temprana y simultánea, con la aparición de motores a combustión, también es cierto que el proceso de incorporación de estos combustibles, se vio marginada, por la rápida y permanente explotación de pozos petrolíferos, a bajo

costos, y por la mayor y más fácil adaptación para diversos usos de los combustibles fósiles.

Pero como dijimos, y como se demostrará en este trabajo, la tasa de explotación de yacimientos petrolíferos, ha encontrado su punto de inflexión, y ha iniciado su descenso, estimando que se alcanzarán niveles de escasez para dentro de 3 décadas.

Dadas estas tendencias energéticas, que se toman como diagnóstico preliminar, es que se plantea este trabajo.

El objetivo principal, es analizar, las posibilidades de producción de combustibles de origen vegetal que posee la provincia de Santa Fe. Ello implica, realizar, no solamente un análisis de oportunidades físicas, que presenta nuestro territorio, sino y fundamentalmente, evaluar ventajas comparativas y competitivas que encierra nuestra provincia, como polo productivo de bio combustibles.

Tratar de abordar conclusiones en este aspecto, nos ha llevado a realizar análisis, sobre los distintos tipos de cultivos, su viabilidad productiva, su aporte energético, y sus ventajas y desventajas “técnicas” en su utilización como combustibles.

Por otro lado, ampliando la visión de contexto productivo, se analizan la capacidad instalada de planta, de los complejos aceiteros actuales, y la factibilidad de utilizar las mismas, como plantas de transformación y almacenamiento del “nuevo producto”.

Un aspecto que completa la visión competitiva, es evaluar la posibilidad de exportación de estos productos, tanto por parámetros técnicos, (capacidad de cumplir normas internacionales de producción) como por las posibilidades de acceso, transformación y transporte que brinda el complejo productivo regional.

Por ultimo, un enfoque analizado, derivado de la opción exportadora, es el trade off que puede vincularse entre consumo interno, de los insumos vegetales, y el destino a otros mercados. Es decir, el impacto que puede tener sobre la economía regional, orientar la producción a mercados externos.

Con el fin de cumplir este propósito, se ha dividido el presente trabajo en diez capítulos.

En el capítulo 1, se describe una breve reseña histórica del origen de los biocombustibles, mientras que en el capítulo 2 se desarrollan las características de los bio combustibles, propiedades del bio diesel, y del bio etanol, su química básica, y propiedades físicas. En el capítulo dos, se describen los procesos para la obtención de los biocombustibles, los cultivos que se pueden utilizar en la elaboración del bio diesel y los cultivos utilizables en el bio etanol.

En el capítulo 3, se aborda la descripción de la matriz energética, a nivel mundial, y en la Argentina. Se realiza descripción de situación energética de la Unión Europea, y se desarrolla un análisis de las perspectivas de las energías fósiles. En el capítulo 4, se desarrollan los fundamentos del por qué los biocombustibles, cuales son sus ventajas, cuales son las energías renovables, y su impacto en el efecto invernadero.

En el capítulo 5, se describe la situación en la producción de biocombustibles en otros países, en la Unión Europea, en los Estados Unidos, en Brasil, y en países Asiáticos.

En el capítulo 6, se describen conclusiones obtenidas a partir de dos viajes realizados al Brasil, con el objeto de apreciar “in situ”, la utilización de la caña de azúcar en el proceso de producción de bio etanol.

El capítulo 7, abarca el análisis de la situación actual de los biocombustibles en la Argentina, y en la provincia de Santa Fe y en el capítulo 8, se describe la estructura de costos, en la obtención de biocombustibles.

En el capítulo 9 se reseña el marco legal que hoy en día reglamenta la producción de biocombustibles a nivel nacional. También se describe, la fuente provincial, y régimen promocional.

En el capítulo 10, se analiza el protocolo de Kyoto, en la Convención Marco de las Naciones Unidas, sobre cambio climático, su relación con el derecho argentino. Y por ultimo, en el capítulo 11, se abordan a las conclusiones finales, a partir del análisis desarrollado, en función de los objetivos planteados en el presente trabajo.

## **1. Características de los biocombustibles**

La idea de usar aceites vegetales como combustibles es tan antigua, como la de los mismos combustibles de origen fósil y los motores de combustión. A continuación, describiremos las características de dos de los más importantes combustibles de origen vegetal, el bio diesel, obtenido a partir de aceites vegetales o grasas animales, y el bio etanol, obtenido a partir de caña de azúcar, cereales o biomasa.

### **1.1 Bio diesel**

El inventor de los motores diesel, Rudolf Diesel, experimentó usando varios tipos de combustibles, desde carbón en polvo hasta aceite de maní.



Rudolf Diesel

Rudolf Diesel, formado en Munich, tomó contacto con las teorías de Sadi Carnot<sup>1</sup>. Este físico teorizó que un motor podía desarrollar mucho mas potencia y ser más eficiente que las máquinas a vapor existentes en esa época. Las ideas de Carnot eran que se podía desarrollar un ciclo eficiente, en el cual un gas se podía comprimir, calentar, dejar expandir y luego enfriar; y ese ciclo reanudarse. Era un ciclo donde se usaba energía mecánica para comprimir a los gases y energía

---

<sup>1</sup> Nicolas Léonard Sadi Carnot (París, 1 de junio de 1796 - 24 de agosto de 1832), normalmente llamado Sadi Carnot fue un físico francés pionero en el estudio de la termodinámica.

calórica para calentarlo; pero se obtenía energía mecánica durante la expansión y energía calórica durante el enfriado.

Diesel aplicó la teoría de Carnot, a los motores de combustión interna. La eficiencia del ciclo de Carnot, aumenta con el aumento de la compresión. En 1876 Nicolás Otto<sup>2</sup> inventó un motor de combustión interna, predecesor del actual motor a nafta. Este motor mezcla un combustible con el aire, antes de la introducción al cilindro, y esta mezcla es encendida por la chispa de una bujía. Si la compresión es demasiado elevada, el calor de compresión encenderá la mezcla antes de tiempo, por lo tanto estos motores deben trabajar con baja compresión, limitando la eficiencia del motor.

Diesel diseñó un motor con la mayor compresión posible. Su diseño introducía el combustible sólo en el momento deseado, encendiéndose el mismo sólo por las altas temperaturas del aire comprimido, sin necesidad de usar bujías. Este modelo era mas eficiente que el motor diseñado por Otto, desarrollaba mas potencia y mucho mas que las máquinas de vapor. En 1893 Diesel obtuvo una patente por su máquina, y en 1897 presentó públicamente a su máquina.

Este motor no sólo era más eficiente que las máquinas de vapor, sino también mucho más pequeño. Las máquinas de vapor eran tan grandes que solo empresas grandes podían poseerlas.

En la feria mundial de 1900, Rudolf Diesel hizo una demostración de su máquina, y como combustible usó aceite de maní, el primer bio diesel. Simultáneamente, los inicios del siglo XX vieron también la introducción de los motores a ignición, impulsados por las naftas. Las empresas “petroleras” de la época tuvieron que destilar el petróleo para poder obtener naftas. Esta destilación dio como resultado

---

<sup>2</sup> Nicolás Otto fue un ingeniero alemán nacido en Nassau el 14 de junio de 1832. Inició su carrera profesional como comerciante, aunque pronto la abandonó para dedicarse a la fabricación de máquinas motrices de combustión interna. A pesar de no tener una formación técnica sólida, realizó notables estudios sobre el motor de gas y en 1876 llevó a la práctica la construcción del motor de combustión interna de cuatro tiempos

la aparición de un subproducto al que había que hallarle un mercado; y que era un combustible excelente para los motores diesel, y más barato que los aceites vegetales.

A principios del siglo XX, los motores diesel fueron adaptados para funcionar con destilados del petróleo ya que eran más baratos y estaban fácilmente disponibles. Ya a fines de la década del 70, en el siglo XX, se comenzó a manifestar un interés en el uso y producción de bio diesel. Sin embargo recién en la década del 90 comenzó la producción comercial.

### **1.1.1 Propiedades**

Si bien los productores trataron siempre de no consumir sus recursos mediante compras fuera de sus granjas, y llegaron a usar el aceite vegetal como combustible directo, problemas en la vida útil de los motores que usaban aceites puros, los forzaron a dejar de usarlos o buscar alternativas.

Una de las alternativas planteadas fue el descubrir que los motores que usaban aceites vegetales transesterificados con alcohol, no exhibían problemas en su vida útil y tenían un rendimiento aún mejor que las que usaban solo petro diesel<sup>3</sup>. De estos experimentos iniciales surgió la formulación de lo que hoy llamamos bio diesel.

Una de las características principales del combustible diesel es su capacidad de auto encenderse. Esta característica se mide por el número o índice de cetano; cuanto mayor es éste, su “encendido” será más rápido. Estudios efectuados en los EEUU por Gabroski y Mc Cormick indican que el número de cetano de distintos bio diesel base soja (Soybean Methyl Esters – SBME) variaban entre 45,8 y 56,9 mientras que dicho valor para los petro diesel estaba entre 40,0 y 52,0. Este valor variaba de acuerdo con el origen del petróleo y de la refinería.

---

<sup>3</sup> El petrodiesel es el gasóleo extraído del petróleo. Se diferencia del biodiesel, que es el gasóleo extraído del aceite vegetal.

La lubricidad es otra característica importante de los combustibles diesel. La lubricidad mide las propiedades lubricantes. Los inyectores y algunos tipos de bombas de combustibles dependen del propio combustible para su lubricación. Los bio diesel tienen una mayor lubricidad que los petro diesel, los que contienen 500 ppm de azufre (peso en peso). Es por eso que es normal el agregado de aditivos a los bio diesel.

Los bio diesel tienen algunas desventajas. El rendimiento del bio diesel a temperaturas bajas es muy inferior al del petro diesel. Este comportamiento depende mucho de la materia prima, por ejemplo, el bio diesel obtenido a partir de grasas de animales tiene un rendimiento muy inferior al de la colza. A bajas temperaturas, todos los combustibles diesel pueden formar cristales de cera, que pueden bloquear los inyectores y filtros del sistema de combustible. Para solucionar este inconveniente se les agregan aditivos.

Entre los aceites vegetales el de colza es mejor que el de soja y este que el de palma. Cuanto más alta es la temperatura a la cual un aceite se transforma en grasa, mayor es el problema. Aceites que permanecen líquidos a bajas temperaturas son mejores como materia prima de bio diesel que los que se solidifican.

El punto o índice de turbidez ("cloud point") es la temperatura a la cual se puede observar la formación de una nube o turbidez en una muestra de bio diesel. Otro valor, menos conservador que el punto de turbidez es el CFPP (Cold Filter Plugging Point) que es la temperatura a la cual un filtro puede taparse por el combustible. Estos valores son importantes para la determinación de la capacidad de uso de un bio diesel. El segundo valor debe indicarse en los contratos internacionales de compra venta de bio diesel (Contract for Fatty Acid Methyl Esters in Bulk) FOSFA 60 y 61. A temperaturas más bajas, el diesel se gelifica y no puede ser bombeado. Tanto el CP como el CFPP de los bio diesel son mayores

que para los petro diesel. Sin el agregado de aditivos, el bio diesel pueden presentar problemas de fluidez a temperaturas ambiente superiores que los petro diesel, por lo que este es un problema a solucionar para el uso de bio diesel en ambientes de temperaturas bajas a severas.

Otra desventaja del bio diesel son sus propiedades como solvente. Algunos de las gomas, juntas y sellos en algunos motores pueden presentar incompatibilidades con el bio diesel, sobre todo en motores y maquinas viejas. También, en tanques de combustible que hayan almacenado permanentemente petro diesel, es normal la formación de depósitos; las propiedades solvente del bio diesel pueden disolver a estos depósitos y bloquear las líneas de combustible, inyectores y filtros. Por todo esto, se recomiendan cuidados especiales para el uso de formulaciones al 100% o B100.

También se debe citar como desventaja la menor energía calórica que posee un bio diesel en comparación con los petro diesel, tanto sea si se la compara en volumen/volumen como en peso/peso. La relación es un poco mejor para el bio diesel cuando se la compara en peso de bio diesel contra peso de petro diesel, pero aún así es menor a la unidad. Esto se debe a la mayor densidad aparente del bio diesel comparado contra el petro diesel.

A los fines prácticos, esta diferencia será notada porque se recorrerán menos kilómetros por litro de bio diesel, que usando petro diesel en el mismo vehículo y a las mismas velocidades.

Los bio diesel, por su origen, poseen un alto contenido de Oxígeno. En general, un 10-12% del peso total de una molécula de bio diesel es Oxígeno. La presencia de Oxígeno mejora la combustión, reduce la emisión de hidrocarburos no combustionados, monóxido de carbono y de partículas. Su contracara es el incremento en la emisión de Oxidos Nitrosos (NOx). Trabajos del NREL<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <http://www.nrel.gov/>

(Laboratorio para la Investigación de Energías Renovables – DoE – EEUU) indican que el uso de mejoradotes del número de cetano, reducen las emisiones de NOx.

También hay que citar, que de acuerdo con la bibliografía (fundamentalmente para el uso de bio diesel en motores marinos) que el olor del bio diesel es mejor que el del petro diesel.

El bio diesel que se obtiene de aceite vegetal crudo, reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de petróleo por su reemplazo. Si se analiza el ciclo de “vida” y producción del bio diesel y se lo compara con el del petro diesel, surge claramente esta conclusión. Estudios efectuados por el NREL (indican que el uso de un B100 base soja, puede reducir las emisiones netas de CO<sub>2</sub> en un 75%. Para dicho resultado el NREL tuvo en cuenta el uso de energía a partir del cultivo de la soja y la extracción del petróleo, y todos los procesos de producción, transformación, transporte y comercialización, hasta su uso final.

En este balance energético (por eso se habla de emisiones “netas” o “neteadas”) se considera que las etapas vegetativas de la soja consume CO<sub>2</sub>, que los rastrojos emiten CO<sub>2</sub> durante su descomposición después de cosecha, que los motores de los tractores, cosechadoras, aplicadoras, etc. emiten CO<sub>2</sub> y que los químicos que se usan en el cultivo (herbicidas, insecticidas, fertilizantes) han emitido CO<sub>2</sub> durante su producción. Pero el aceite de soja que se transforma en bio diesel, contiene energía de otra fuente: el sol.

### **1.1.2 Características**

Los combustibles conocidos como diesel son básicamente aceites minerales. Los substitutos biológicos son también aceites pero de base biológica, ya sea vegetal o animal. Es por tanto de suma importancia reconocer algunas de las características de los mismos.

Los aceites y grasas se diferencian únicamente de su estado a temperatura ambiente. Las grasas son sólidas, mientras que los aceites permanecen líquidos.

Las grasas y aceites son compuestos de origen animal y vegetal que constan principalmente de ésteres del propanotriol (glicerol o glicerina), y ácidos grasos. Se designan con el nombre de ésteres triglicéridos.

Como dijimos anteriormente, no hay una distinción clara entre los términos grasa y aceite. La primera generalmente se refiere al estado sólido mientras que aceite se aplica a la forma líquida. La vaguedad de esta terminología es evidente por el hecho de que una grasa en una zona climática puede ser un aceite en otra. A los fines de este acápite, usaremos el término grasa o materia grasa, para referirnos tanto a grasas como a aceites.

Las grasas se caracterizan por:

- a. ser insolubles en agua y solubles en la mayor parte de los disolventes orgánicos;
- b. poseer un carácter oleaginoso;
- c. tener pesos específicos menores que el agua; y
- d. ser fácilmente saponificables con álcalis.

Además de los triglicéridos, las grasas naturales contienen constituyentes no glicéridos generalmente insaponificables: esteroides, hidrocarburos, tocoferoles, etc.

Las grasas son uno de los grupos compuestos que están distribuidos en la mayor parte de la vida natural. Constituyen uno de los tres compuestos (grasas, proteínas y carbohidratos) que están íntimamente ligados a los procesos vitales, principalmente a toda la materia vegetal y animal. Actualmente, el uso más importante de las grasas es en la alimentación. Una cantidad considerable de grasa comestible se consume en su forma original (en carnes, nueces, cereales,

productos lácteos, etc.), y en forma de margarinas, mantecas, grasas de freír, aceites comestibles, etc. Las grasas no comestibles se emplean en la fabricación de jabones, aceites secantes, aceites de corte, aceites industriales, y como materia prima para la síntesis de productos. Ambos tipos de grasas pueden usarse para la producción de bio combustibles, aún si han sido usadas para freír alimentos. Aún así, como veremos más adelante, la facilidad para obtener bio combustibles está relacionada con la pureza del aceite vegetal.

En los contratos de compra-venta de aceites vegetales, se fija el límite a las impurezas presentes. Corrientemente existen limitaciones contractuales al contenido de humedad, el color, las sustancias insolubles y a la materia insaponificable. El término “sustancias insolubles” se aplica, a una diversidad de materias extrañas tales como arena, tierra, residuos, materia mineral, materia nitrogenada, carbohidratos, fibras. Según la definición de la American Oil Chemist’s Society<sup>5</sup>, las impurezas consisten en “polvo, harina y otras sustancias extrañas insolubles en solvente”.

### **1.1.3 Química básica de los aceites y grasas**

El átomo de carbono es el elemento básico en la química de los alimentos, incluyendo aceites y grasas. Los átomos de carbono pueden enlazarse con otros átomos de carbono para formar cadenas largas.

Básicamente los aceites y grasas son mezclas de triglicéridos. La molécula de glicerol tiene tres átomos de carbono, con cinco átomos de hidrógeno y tres grupos OH u oxidrilo. Cada átomo de carbono tiene 4 enlaces o uniones. Cuando se combinan tres ácidos grasos con una molécula de glicerol se obtiene un triglicérido. Si los tres ácidos grasos son idénticos se denomina triglicérido simple. Sin embargo las formas más comunes son los triglicéridos mixtos, donde se encuentran presentes dos o tres ácidos grasos diferentes.

---

<sup>5</sup> Es una organización profesional internacional, con sede en los EEUU que se ocupa de la ciencia y tecnología relacionado a las grasas, a los aceites, y a otros materiales relacionados. [www.aocs.org/](http://www.aocs.org/)

Si se unen sólo dos ácidos grasos, tenemos un diglicérido; si sólo se une un ácido graso, es un monoglicérido. Los mono y di glicéridos se encuentran en cantidades minoritarias en los aceites y grasas.

Cualquier ácido graso no unido a glicerol o a algunas otras moléculas se denomina “ácido graso libre” (“free fatty acid” - FFA). El componente mayoritario de las grasas y aceites son los triglicéridos (95%). La mayoría de los aceites no refinados contienen cantidades relativamente elevadas de ácidos grasos libres, variando del 0,5 al 1,5% en el aceite de soja hasta del 3 al 5% en el aceite de palma.

Los ácidos grasos se clasifican en saturados y en insaturados (mono, di, poli). Si los átomos de carbono, excepto en el grupo carboxilo, están unidos por uniones simples a otros átomos, se dice que el ácido graso es saturado. Si, en cambio, dos o más átomos de carbono tienen dobles enlaces con otros átomos de carbono, se llaman insaturados. Estos dobles enlaces hacen que la unión sea mas reactiva entre estos átomos de carbono y otros átomos (Hidrógeno, Oxígeno, etc.).

Existen tres formas para denominar los ácidos grasos. La primera es la tradicional (acético, butírico, palmítico, etc.). La segunda forma es la denominada “sistema de Ginebra”; en este sistema se usa un prefijo griego para designar el número de átomos de carbono (18 átomos = Octadec). Además para los saturados usa el sufijo “anoico”; para los con un doble enlace “enoico”, para los con dos doble enlaces “dienoico”. Así, el ácido esteárico, saturado y con 18 átomos de carbono es el octadecanoico. El tercer sistema de nominación es el sistema Omega. Este sistema se refiere a la posición del doble enlace del ácido graso más cercana al grupo metilo Terminal. Así pues un aceite que tiene su doble enlace en el carbono número nueve a partir de su metilo Terminal se considera un aceite Omega-9.

Debido a la presencia de los dobles enlaces, los ácidos grasos insaturados son químicamente más reactivos que los ácidos grasos saturados. Esta reactividad crece a medida que lo hace el número de dobles enlaces. Los dobles enlaces pueden presentarse separados por un enlace sencillo (“conjugados”) o separados por más de un enlace sencillo (“no conjugados”). Con los enlaces en una posición conjugada, existe un mayor incremento en ciertos tipos de reactividad química; se ven sometidos con más facilidad a la oxidación y polimeración.

Todos los aceites naturales tienen una composición típica en ácidos grasos. Estas cifras deben considerarse como características pero no exactas. Los valores reales varían por factores tales como la localización del área de cultivo, condiciones del suelo, clima, condiciones de cultivo, y el material varietal.

#### **1.1.4 Reacciones químicas comunes**

Las reacciones químicas más importantes tienen lugar en los puntos de insaturación de la cadena de los ácidos grasos, y en el punto donde los ácidos grasos están unidos a la molécula de glicerol (unión éter). Este conocimiento es importante para comprender cómo hacer frente a los posibles problemas que pueden existir durante el almacenamiento, transporte y uso.

- **Hidrólisis**

Es la reacción del agua con el aceite. Su resultado es la separación de algunos de los ácidos grasos a partir del aceite, dando lugar a ácidos grasos libres. La hidrólisis es una reacción que tiene lugar en la unión entre los ácidos grasos y la porción de glicerol. La hidrólisis resulta acelerada por las altas temperaturas y presiones y una excesiva cantidad de agua.

- **Hidrogenación**

Es el típico ejemplo de reacción que tiene lugar en los puntos de insaturación o dobles enlaces. En presencia de un catalizador (Níquel) se rompen los dobles enlaces incorporándose átomos de Hidrógeno. El uso industrial de este proceso

busca estabilizar los productos resultantes, minimizando la posibilidad de la oxidación, y solidificando algunos aceites, ya que el agregado de Hidrógeno elevará el punto de fusión.

La velocidad de la hidrogenación dependerá de:

- a. Naturaleza de la sustancia a hidrogenar: a mayor cantidad de dobles enlaces, mayor velocidad.
- b. Naturaleza y concentración del catalizador.
- c. Concentración de hidrógeno.
- d. Temperatura de la reacción.
- e. Presión.
- f. Agitación.

- **Oxidación**

Esta reacción tiene lugar en los dobles enlaces o puntos de insaturación. Es la reacción de un aceite o grasa con el oxígeno del aire. Afecta al sabor de la grasa y del alimento final. A la oxidación inducida por el aire a temperatura ambiente se la denomina autooxidación. Generalmente es un proceso lento; se necesita un tiempo considerable para producir una cantidad suficiente de peróxidos (los principales productos iniciales de la autooxidación). Los aceites con mayor cantidad de ácidos grasos insaturados son más propensos a la oxidación.

La velocidad de la oxidación crece con:

- a. Incremento de la temperatura
- b. Exposición al oxígeno del aire
- c. Presencia de luz
- d. Contacto con materiales pro oxidantes (como el cobre o sus aleaciones)

Los aceites vegetales contienen pequeñas cantidades de sustancias capaces de inhibir la oxidación en cierto grado. El alfatocoferol es el antioxidante natural más importante. La descomposición de los peróxidos da lugar a una amplia variedad de

aldehídos, cetonas e hidrocarburos, que son los responsables de los sabores y olores a rancio.

- **Polimerización**

Es la reacción de una grasa con ella misma, por la cual se combinan moléculas relativamente pequeñas de aceite o grasa para formar moléculas más grandes. La molécula polimerizada puede tener un peso molecular que es cientos o miles de veces el peso molecular de las moléculas originales. La polimerización ocurre a temperaturas de más de 160° C, por lo que es un problema que ocurre más durante el uso del aceite que durante su almacenamiento o transporte.

- **Esterificación**

Es la reacción inversa de la hidrólisis. Es la combinación o recombinación de ácidos grasos libres con glicerol para formar triglicéridos.

- **Halogenación**

Los halógenos incluyen el cloro, el bromo y el yodo. Estos elementos pueden adicionarse fácilmente a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados. Pueden añadirse cantidades medidas de monoclóruo de yodo a cantidades medidas de grasas o aceites para determinar el grado medio de insaturación de esta grasa o aceite. Éste se expresa a través del índice de yodo.

### **1.1.5 Propiedades físicas**

Las propiedades físicas de los aceites y grasas son de importancia práctica en la comprensión de la constitución de estos materiales y en como deben ser usados.

Las características físicas de un aceite o grasa, dependen de factores tales como la semilla o planta de origen, grado de insaturación, tamaño de las cadenas de

carbono, formas isoméricas de los ácidos grasos, estructura molecular de los triglicéridos, y elaboración.

Las grasas que son líquidas a temperatura ambiente, tienden a ser más insaturadas que las que son sólidas. El grado de insaturación puede ser expresado como el índice de Yodo de la grasa. Este índice se define como la cantidad de gramos de Yodo que reacciona con los dobles enlaces de 100 g de grasa. Cuanto mayor sea este número, mayor será la insaturación de este aceite o grasa.

A medida que aumenta el tamaño de la cadena de los ácidos grasos, el punto de fusión también aumenta. Por lo tanto un ácido graso de cadena corta tendrá un punto de fusión más bajo que los ácidos grasos saturados con cadenas más largas e incluso que algunos ácidos grasos insaturados de peso molecular mas alto.

Para un tamaño dado de cadena de ácido graso, los saturados tendrán un punto de fusión mayor que los insaturados, existiendo diferencias entre los isómeros geométricos. La estructura molecular de los triglicéridos también afecta a las propiedades de un aceite o grasa. Un triglicérido único tendrá un punto de fusión determinado, pero una mezcla de triglicéridos tendrá un amplio intervalo de fusión. El punto de fusión completa, es la temperatura a la cual una grasa sólida se convierte en un aceite líquido. Cada graso individual en estado puro tiene un punto de fusión completa específico. Como los aceites y grasas son esencialmente mezclas de varios ácidos grasos en forma de triglicéridos (esteárico, oleico, linoleico, etc.), estos aceites y grasas no tienen puntos de fusión marcados.

Un componente importante en los aceites es la acidez. La presencia natural de acidez libre en las grasas, es decir, de ácidos grasos no combinados, es el resultado de la hidrólisis de alguno de los triglicéridos. La acidez o cantidad de ácidos grasos libres, puede expresarse de diversas formas. Expresar la acidez en

por ciento de ácidos grasos libres es útil en varios casos, mientras que expresar la acidez como “índice de acidez” es útil en aceites comerciales.

El índice de acidez se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio que se requieren para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasa, mientras que el “índice de neutralización” es la cantidad de mg de hidróxido de Potasio necesario para neutralizar un gramo de ácidos grasos.

La calidad de las grasas está determinada por diversos parámetros físicos y químicos que dependen del origen del aceite, de variables geográficas, climáticas y agronómicas en el crecimiento de las plantas oleaginosas, como de las condiciones de procesamiento y almacenaje. El color del aceite depende de diversos factores. El color se puede deber a la presencia de carotenos, clorofilas u otros componentes. Cuando las semillas no se cosechan maduras, el contenido de clorofila del aceite resultante es alto, y esto afecta la estabilidad de los productos. Las clorofilas son fotosensibilizadoras, por lo que su presencia conduce a un aumento en la foto-oxidación del aceite.

Los aceites pueden ser afectados por procesos de rancidez hidrolítica, auto oxidación, foto oxidación y oxidación térmica. Si el aceite es conservado en botellas transparentes puede ocurrir foto oxidación, en especial cuando se encuentra presente clorofila fotosensible.

De varios de los parámetros descritos, si bien son de gran utilidad y uso en el comercio de aceites y grasas comestibles, se desconoce su utilidad y/o aplicación en el campo de los combustibles. La relación combustible mineral / combustible biológico puede afectar propiedades y parámetros intrínsecos, con su correlatividad en el uso como combustible.

## **1.2 Bio etanol**

Como hemos dicho anteriormente, el bio etanol es etanol que se obtiene de biomasa y/o la porción degradable de residuos, y que se usa como combustible. El bio etanol puede usarse en todos los vehículos que funcionan a nafta, sin necesidad de cambios en las especificaciones del motor, en mezclas con naftas. Todos los azúcares pueden ser fermentados para la obtención de etanol; por lo tanto productos vegetales como la caña de azúcar, la remolacha azucarera, los granos (que contienen almidón que se transforma en azúcares) y otros productos vegetales, pueden ser materia prima.

El bio etanol puede ser producido actualmente de dos fuentes vegetales distintas: a) los azúcares y b) el almidón. En el primer caso mediante la fermentación y destilación de azúcar de caña o remolacha, y en el segundo de la sacarificación, fermentación y destilación.

El almidón es un polisacárido que constituye la reserva alimenticia predominante en las plantas. El almidón y otros productos que se obtienen mediante la hidrólisis del mismo, constituyen la mayor parte de los hidratos de carbono digeribles de la dieta habitual, ya sea en el pan, harinas, productos de panadería, verduras, granos, subproductos, etc.

La fuente principal de los almidones comerciales son granos como el maíz, el trigo, la cebada, el arroz, y tubérculos como la papa, la batata y la mandioca. Entre las funciones de los almidones se pueden citar: adhesivos, gelificantes, humectantes, ligantes, formador de film, estabilizador de espumas, texturizantes.

El almidón se presenta en forma de gránulos densos, insolubles y de baja hidratación en agua fría. Químicamente es la mezcla de dos polisacáridos, la amilosa y la amilopectina. Si bien ambos polisacáridos están compuestos por una forma de Glucosa, la amilosa puede dispersarse en agua caliente, mientras que la amilopectina es completamente insoluble. La amilosa está compuesta por 60 a 300 moléculas de glucosa, mientras que la amilopectina está compuesta por 300 a

6.000 moléculas. En el proceso de obtención, mediante la hidrólisis, las moléculas de almidón se transforman en azúcares.

Químicamente los azúcares son mono o di sacáridos, solubles en agua. El sabor dulce de las plantas está causado, principalmente, por tres diferentes azúcares: la sacarosa, la fructosa y la glucosa. En muchas plantas como la caña de azúcar o la remolacha azucarera, se encuentran presentes grandes cantidades de azúcares.

Las tecnologías para la obtención de bio etanol no son nuevas, ya que son las mismas que ha utilizado el hombre a lo largo de su historia para producir alcohol por fermentación. La principal diferencia radica en que el bio etanol debe ser deshidratado para su uso como combustible (99% de pureza). Como el aceite de maní fue el primer combustible usado por Otto Diesel, el etanol de maíz fue el primer combustible usado por Henry Ford<sup>6</sup>



Vehículo “flexi fuel” de Henry Ford

---

<sup>6</sup> El primer Ford, fue el primer vehículo “flexi fuel” por más que en Brasil digan otra cosa, ya que se podía hacer funcionar con nafta, alcohol de maíz o cualquier mezcla de ambos



Brasil hizo el primer test de uso de bio etanol en autos en 1925

El bio etanol o alcohol etílico o etil alcohol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) es un líquido incoloro, claro, de olor agradable y característico. Se lo mezcla en las naftas para aumentar el nivel de octano y disminuir las emisiones de las naftas; también se lo usa como oxigenante en las naftas. Las mezclas o combustibles “E” pueden tener porcentajes del 5% al 15%, aunque en Brasil llegan al 100%.

### **1.2.1 Obtención**

El etanol tiene dos orígenes:

- a. Obtención Natural
- b. Síntesis

#### **a. Obtención Natural**

1. **Molienda:** El grano (maíz, cebada, trigo, sorgo, etc.) es molido hasta obtener una harina.
2. **Licuefacción:** La harina es mezclada con agua y alfa amilasas, y pasa a través de calentadores (“cookers”) donde el almidón se liquidifica. Para facilitar la acción de las alfa amilasas y la licuefacción, todo el proceso debe hacerse en caliente, con

temperaturas superiores a los 120 °C. En un segundo tramo, se trabaja con temperaturas de alrededor de 95° C.

3. **Sacarificación:** La miscela que sale de los cookers se enfría y se la somete a la acción de una segunda enzima (la gluco amilasa) que transforma al almidón líquido en dextrosa (un azúcar que sí puede fermentarse).
4. **Fermentación:** Para lograr la fermentación de los azúcares y obtener el etanol y el dióxido de Carbono, se deben incorporar levaduras. Es un proceso continuo, a través de varios fermentadores, ya sean de flujo, de cascada o de capas. Cuando la miscela esta totalmente fermentada, se la almacena en tanques durante 48 horas, antes de la destilación.
5. **Destilación:** Los líquidos en este momento tendrán un 10 % de alcohol, sólidos no fermentados y un aspecto similar al de la cerveza. Se bombean a las torres de destilación (normalmente sistemas multi columnas) donde se separa el alcohol de los sólidos y del agua. El resultado debe ser un alcohol con un 96 % de pureza, y un co producto conocido como “Destilado” (con valor como alimento animal, pero de alta humedad y una baja vida útil).
6. **Deshidratación:** En este proceso se sigue incrementando la pureza (“fortaleza”) del alcohol. Se le extrae el agua remanente y como resultado se obtiene el denominado “alcohol anhidro”.
7. **Desnaturalización:** A los fines de usar este alcohol como combustible o como insumo industrial, se debe incorporar al producto alguna sustancia que lo haga inviable para el consumo humano (normalmente benceno o algunas naftas, en porcentajes que varían entre el 2 y el 5 %).

### ***b. Síntesis***

Existen dos maneras o caminos para la obtención de etanol sintético. En ambos casos implican el uso de un combustible fósil inicial, para la obtención de las cadenas carbonadas.

El método tradicional es la hidratación del etileno, mientras que ahora se encuentra en mayor desarrollo la gasificación de carbón mineral.

Tal como vimos en la descripción de un proceso típico de obtención natural de etanol, hay dos co productos: CO<sub>2</sub> y Destilados. El CO<sub>2</sub> puede ser liberado a la atmósfera pero la mayoría de las fábricas lo capturan, lo limpian de todo alcohol residual, lo comprimen y lo venden a la industria de las bebidas gaseosas o a la industria del frío. Los Destilados (más correctamente “Destilados de Granos”) pueden ser de dos tipos: Secos o Húmedos. Poseen un alto contenido de proteína y de materia grasa, y tienen un alto valor como alimento animal, aunque los húmedos tienen una corta vida útil y deben ser consumidos cerca del lugar de producción.

Actualmente se estudia la obtención de bio etanol a partir de celulosa. La fibra del maíz y otros granos que contienen almidón, retiene moléculas de almidón ligadas por enlaces y una fracción importante de hemi celulosa. Durante una hidrólisis ácida de la hemicelulosa, ésta “rompe” fácilmente sus enlaces, dando un buen rinde de azúcares de 5 y 6 átomos de carbono en su cadena.

Las levaduras del género *Saccharomyces* no pueden usar las cadenas de 5 átomos como fuente de energía, por lo que después de la fermentación de la biomasa, queda disponible un residuo. La investigación actual apunta a la hidrólisis total de la biomasa por micro organismos industriales que puedan usar una mezcla de cadenas de 5 y 6 átomos.

### **1.3 Resumen**

La idea de utilizar aceites vegetales, grasas animales y alcoholes como combustibles en los motores de combustión surgió desde el inicio del diseño de los mismos. A pesar de esta posibilidad, gracias a su abundancia, a los bajos precios de producción y al lobby del sector petrolero en aquel entonces, el combustible diesel comenzó a producirse en base al petróleo.

Rudolf Diesel aplicó los principios de Sadi Carnot en el diseño de sus motores, mejorando la eficiencia de los motores que trabajaban con el ciclo Otto. Como combustible probó una gran diversidad de productos, usando finalmente a los aceites vegetales, luego substituidos por el gas oil o combustible diesel.

El bio diesel, para ser usado como tal debe tener una serie de propiedades y características, muchas de las cuales son derivadas de las propiedades y características de los aceites y grasas.

Los aceites y las grasas sufren una serie de reacciones que afectan las propiedades, características y rendimiento de las mismas, al ser usadas como bio combustibles. El conocimiento de dichas reacciones es de gran utilidad para asegurar una mayor vida útil y rendimiento del bio diesel.

El bio etanol tiene también una larga historia como combustible en los motores de combustión interna. Las tecnologías para la obtención de bio etanol no son nuevas, ya que son las mismas que ha utilizado el hombre a lo largo de su historia para producir alcohol por fermentación. La principal diferencia radica en que el bio etanol debe ser deshidratado para su uso como combustible (99% de pureza).

Como el aceite de maní fue el primer combustible usado por Otto Diesel, el etanol de maíz fue el primer combustible usado por Henry Ford.

## **2 Obtención de biocombustibles**

Los biocombustibles provienen de la biomasa o materia orgánica. La biomasa es una fuente de energía renovable, pues su producción es mucho más rápida que la formación de los combustibles fósiles.

Entre los cultivos posibles de utilizar para la elaboración de biocombustibles, están los de alto tenor de carbohidratos (caña de azúcar, maíz, sorgo, etc.), las oleaginosas (soja, girasol, palma, colza, etc.) y las esencias forestales (eucalipto, pinos, etc.).

Los métodos para obtener biocombustibles se pueden clasificar en procesos mecánicos (astillado, trituración, compactación), termoquímicos (combustión, pirolisis y gasificación), biotecnológicos (micro bacterianos o enzimáticos) y extractivos. Resulta importante aclarar que en cada uno de estos procesos, comentados anteriormente, el proceso se inicia con la biomasa vegetal que se forma a partir del proceso de fotosíntesis, con el aporte de la energía solar que captan y transforman estos organismos.

A continuación describiremos y analizaremos los procesos que se utilizan para la obtención de bio etanol y bio diesel y sus respectivos insumos o materia primas, haciendo hincapié en las ventajas comparativas que tiene la provincia de Santa Fe en estos últimos.

### **2.1 Obtención de bio etanol**

El etanol puede obtenerse directamente de la fermentación del azúcar o de la sacarificación y posterior fermentación de los almidones.

Dependiendo del país, la fuente de etanol puede ser la caña de azúcar, como es en el Brasil, o el grano de maíz como es en los Estados Unidos.

En general se puede decir que de 20 toneladas de caña de azúcar, se obtiene una tonelada de etanol, mientras que si se usa maíz, se necesitan 3,5 toneladas para la misma cantidad de alcohol final. Pero, debemos hacer notar que la investigación ha incrementado el rendimiento de azúcar por tonelada de caña, mientras que también existen líneas de maíz de mayor contenido de almidón, por lo que estas cifras van variando con el tiempo.

También se están realizando investigaciones para la obtención de almidón a partir de ligno celulosa y celulosa.

Debido a las condiciones agro ecológicas imperantes en la provincia de Santa Fe, y al tipo tradicional de producción, la descripción para la obtención de etanol, está basada fundamentalmente del grano de maíz.

Mientras que las etapas básicas del proceso son casi las mismas, los procesos han progresado considerablemente en años recientes. Hay dos procesos de producción: la molienda húmeda y la molienda seca. La principal diferencia entre ambos procesos está en el tratamiento inicial de los granos.

### **2.1.1 Molienda seca**

En este proceso, los granos son molidos hasta obtener una harina gruesa, y se los procesa sin separar las distintas partes del grano. Esta harina se humecta someramente hasta formar un puré, al que se le agregan enzimas para transformar al almidón en dextrosa (azúcar simple). Para acelerar el proceso, alimentar a las levaduras y mantener la acidez (PH) en un rango controlado, se le agrega amonio.

El puré se procesa a alta temperatura en un calentador (“cooker”) para reducir los niveles bacteriales. El puré se enfría y se lo transfiere a los fermentadores donde se agregan levaduras y comienza el proceso de conversión de los azúcares presentes en etanol y dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). La fermentación dura entre 40 y

50 horas. Durante la misma, el puré se agita y se mantiene fresco para facilitar la acción de las levaduras. El producto resultante se conoce como “cerveza” y se lo transfiere a las columnas de destilación, donde el etanol es separado de los sólidos y demás productos solubles. Posteriormente se produce la concentración del etanol y posterior deshidratación.

Para evitar su uso como componente de bebidas alcohólicas, el etanol obtenido es desnaturalizado mediante la incorporación de otros productos (naftas usualmente).

Los residuos son centrifugados para extraer los restos de granos de los productos solubles. Estos últimos son concentrados por evaporación hasta alcanzar un 30 % de sólido, y son los denominados “Destilados Solubles Condensados” (o CDS en inglés), que se usa en la alimentación animal. El CO<sub>2</sub> liberado se recupera y se usa en la industria de las bebidas gaseosas o en la del frío.

### **2.1.2 Molienda húmeda**

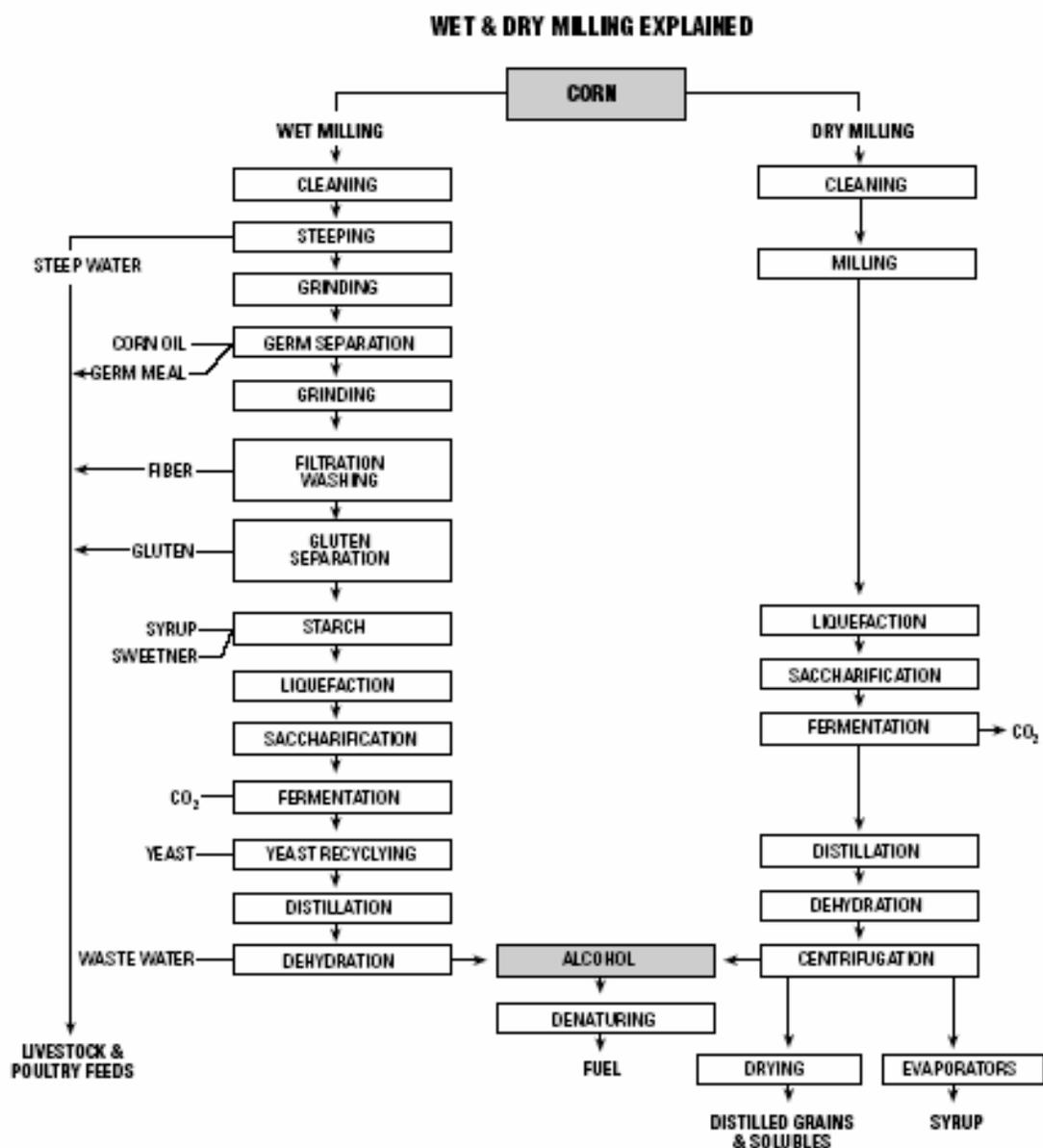
En la molienda húmeda, los granos es remojada en agua y diluida en ácido sulfúrico durante 24 a 48 horas. Este remojado facilita la separación del grano en sus diferentes partes componentes.

Posteriormente se procesa en molinos para extraer el germen. Del germen se extrae el aceite en el caso del maíz, o se lo vende a plantas extractoras. Los demás componentes del grano (fibras, gluten y almidón) son separados mediante centrifugas y separadores hidro ciclónicos.

El líquido resultante se concentra en evaporadores. Este concentrado se seca conjuntamente con la fibra y constituye el Gluten Feed, usado en la alimentación animal o como materia prima de los alimentos balanceados. El gluten se filtra y seca para la producción del Gluten Meal, rico en proteínas, y de uso frecuente en la industria avícola.

El almidón y toda el agua resultante, puede ser procesada ya sea a través de la fermentación en etanol, a través de un proceso de secado que da como resultante almidón modificado, o por filtrado para obtener jarabes. A partir de la fermentación, el proceso es similar al descrito en el proceso de molienda seca.

### Diagrama de flujo del proceso (molienda Seca y húmeda) de obtención de etanol

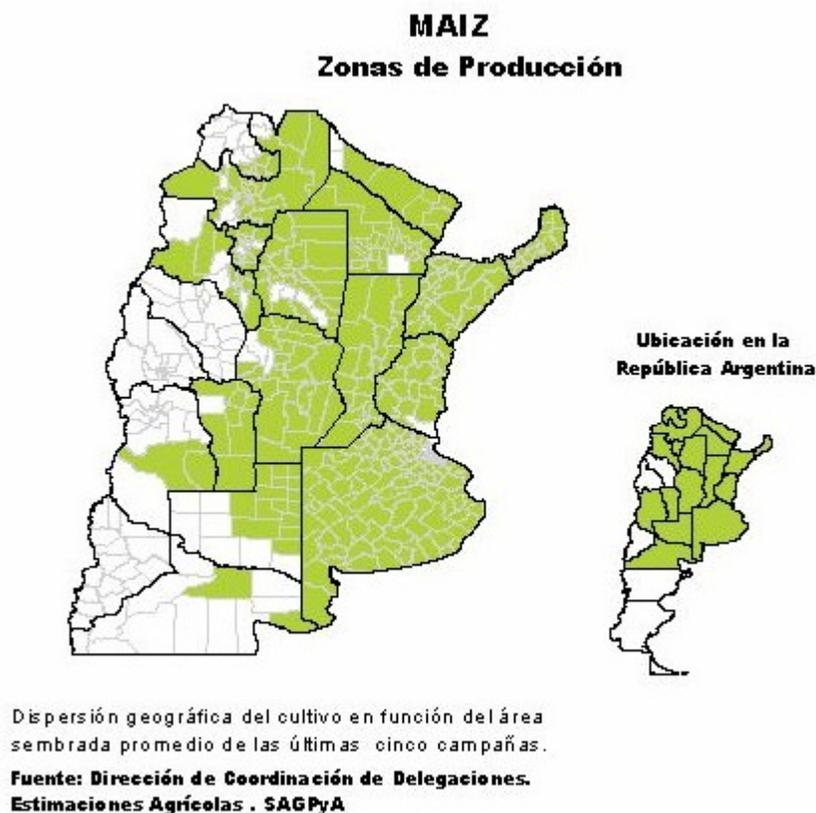


### **2.1.3 Cultivos que se pueden utilizar para la obtención de bio etanol**

Como hemos dicho anteriormente, se pueden usar varios cultivos para extraer el almidón necesario para la obtención del etanol. En el territorio de la provincia de Santa Fe, los dos de mayor importancia son el maíz y el trigo. Actualmente un molino en nuestra provincia extrae gluten y almidón de trigo, usándose este último para la industria de los chacinados.

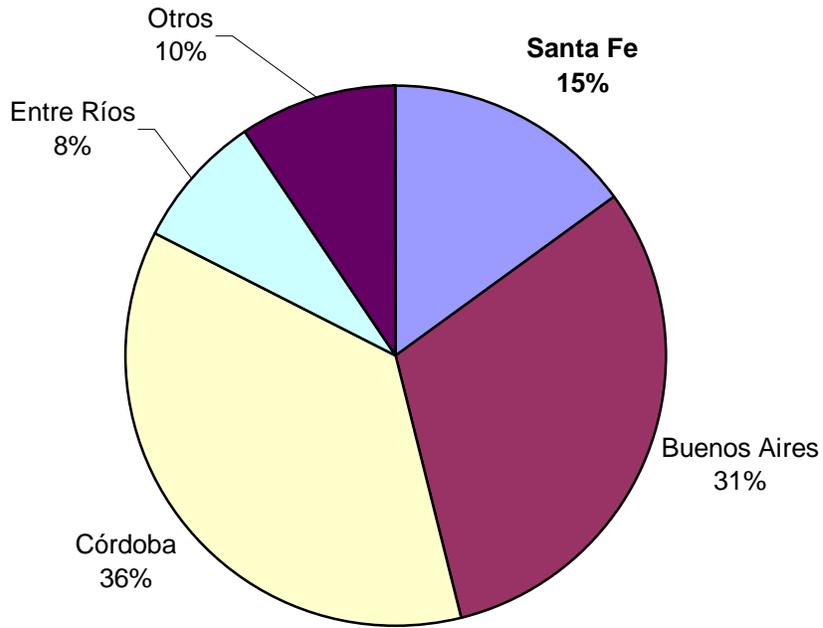
#### **2.1.3.1 Maíz**

La producción de maíz a nivel nacional no solo se concentra en la zona núcleo sino que se extiende en gran parte del territorio nacional.



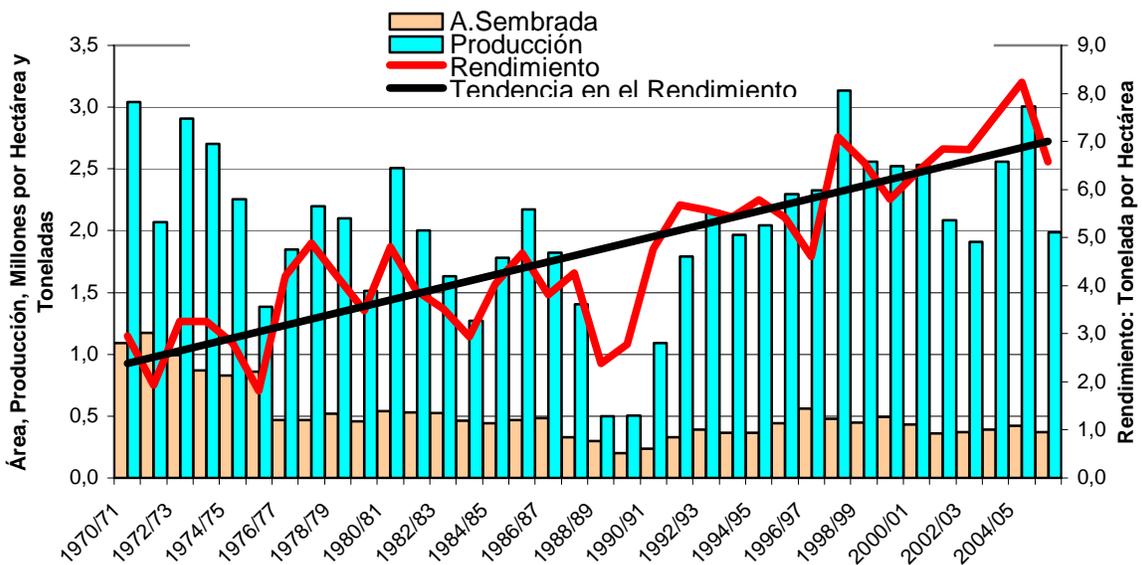
Este cultivo se encuentra ampliamente difundido en el territorio de la provincia de Santa Fe. Si tomamos la producción promedio de los últimos 5 años en cada provincia, observamos que Santa Fe representa el 15% de la producción maicera Argentina.

**Participación por Provincia: Producción Maíz**



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

**Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Maíz- Santa Fe**

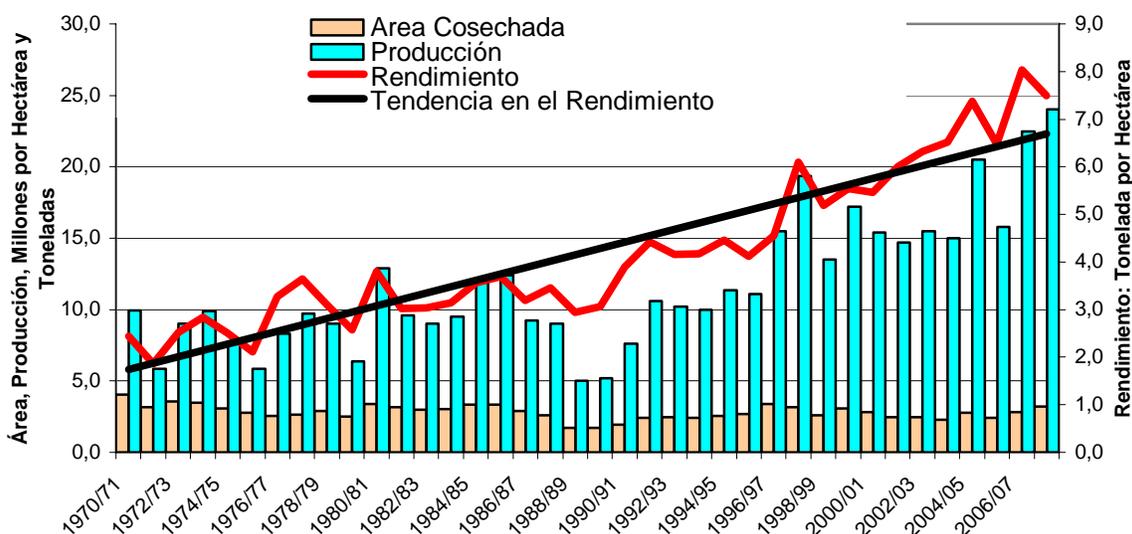


Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Condiciones agroecológicas muy favorables han hecho que la producción nacional proyectada para la campaña 2007/08, según datos proporcionados por la secretaría de agricultura de Estados Unidos (USDA), esté en el orden de los 24 millones de toneladas, por encima de las 22,5 millones de toneladas cosechadas en la campaña 2006/07 y representando un record histórico en cuanto a volumen.

El crecimiento que proyecta el USDA en la producción 2007/08 se debe fundamentalmente a los buenos precios del cultivo que inducen a un aumento en el área aproximadamente del 14% respecto a la temporada anterior.

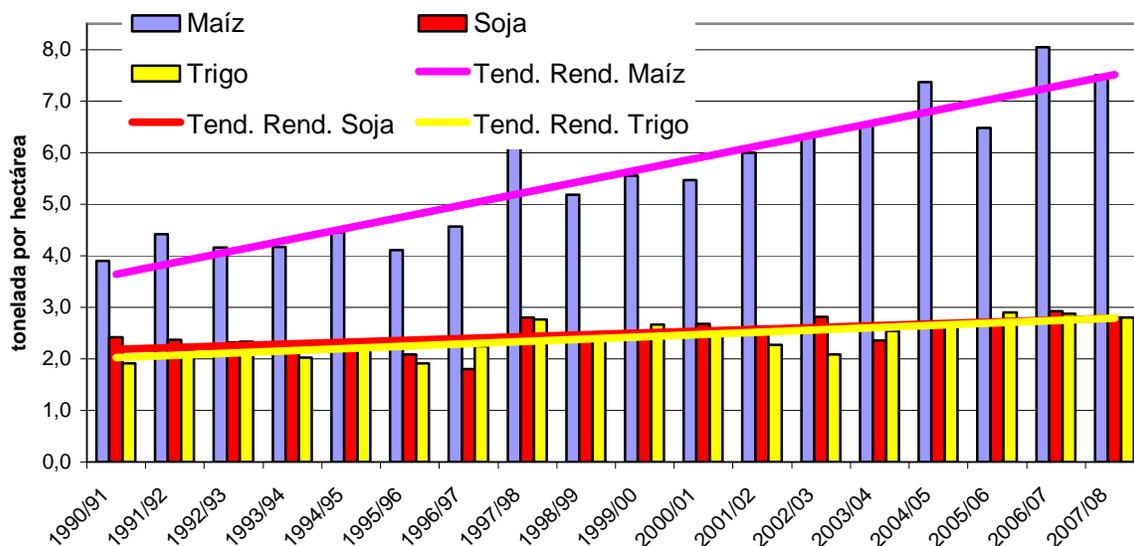
### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Maíz- Argentina



Fuente: USDA

Si uno considera los incrementos en productividad física por unidad de superficie, este cultivo es el que muestra los mayores incrementos en el último decenio. Tal situación puede apreciarse en el siguiente gráfico donde la pendiente en la tendencia del rendimiento del maíz (que nos indica los cambios en la productividad física) es mayor que la línea de tendencia del rendimiento del trigo y de la soja.

### ***Evolución del rendimiento en los principales cultivos nacionales***



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del USDA

De acuerdo con los datos suministrados por la secretaria de agricultura de Estados Unidos, el rinde por hectárea se incrementó desde el ciclo 1990/91 a la actual (2006/07) en un 106,3%. En el mismo período de tiempo, si bien no se puede ver un incremento en el total producido como el de la soja, si se puede observar un incremento substancial, ya que en la campaña 1990/1991 el total producido fue de 7,6 millones de toneladas, contra los 22,5 millones de la presente campaña.

El maíz presenta un alto valor agronómico en la rotación. Su sistema radicular, la cantidad de rastrojo que deja después de la cosecha, la cobertura del suelo, y su aprovechamiento del agua, hacen que sea un cultivo indispensable en un sistema eficiente de producción y conservación, sustentable en el tiempo.

Desgraciadamente precios inadecuados y condiciones agroecológicas no demasiado favorables hicieron disminuir el área sembrada, hasta la última campaña donde se pudo observar un repunte en la misma.

En años recientes se pudo observar en el mercado la presencia de maíces con alto contenido de materia grasa, conocidos como MAV (Maíz de Alto Valor) o MAVERA (Maíces de Alto Valor Especial República Argentina), según la empresa interesada en su producción. Desgraciadamente no existen todavía en nuestro país material con alto contenido de almidón (“starchy coros”) que son los específicos para una mayor producción de etanol.

También se ha ido produciendo la incorporación de eventos transgénicos en los materiales comerciales, estando disponible en estos momentos materiales resistentes al barrenador del tallo (*Diatraea sacharalis*) o maíces Bt–TD, materiales resistentes al Glifosato (RR) y los denominados combinados, que incorporan ambos eventos.

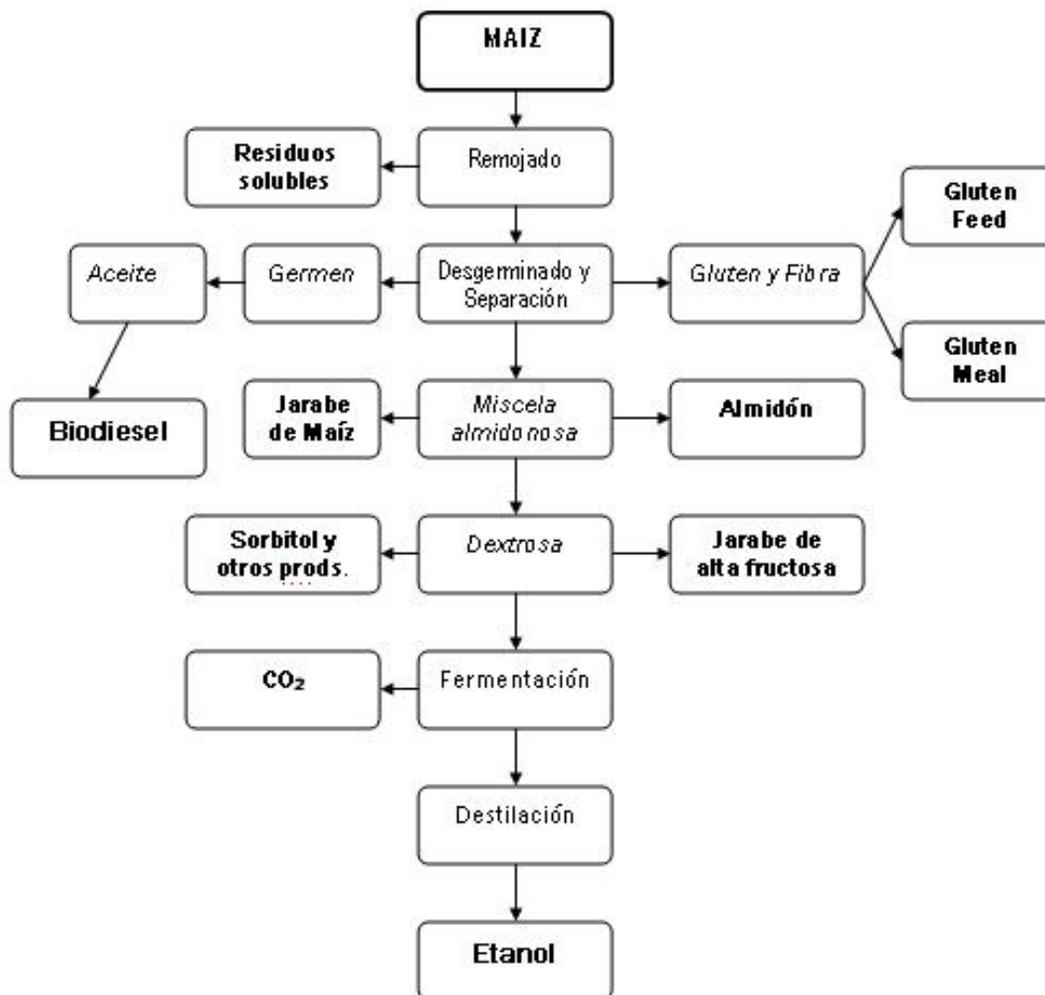
Como desventaja se debe citar sus altos costos relativos de producción, ya que para alcanzar rindes económicamente interesantes es un cultivo que requiere el uso de tecnología intensiva: buenos materiales híbridos de alto potencial de rendimiento y sanidad, altas dosis de fertilizantes y de agroquímicos en general, aprovechamiento del agua en el perfil, buen manejo del tiempo, etc.

El maíz puede ser utilizado en la actualidad como fuente de bio combustibles tanto de bio etanol como de bio diesel. Esto se debe a que posee un 4,5% de materia grasa en su semilla (fundamentalmente en su germen) siendo este porcentaje mayor en los maíces de alto valor. Es así que de usarse un procedimiento de molienda húmeda que permite separar el germen, se puede obtener tanto bio etanol (rendimiento aproximado 285 litros por tonelada de grano) como de bio diesel (45 a 85 litros por tonelada de grano), quedando además los destilados como co-productos aptos para la alimentación animal. Si consideramos un rendimiento de un maíz común en 7.200 Kg/ha (promedio de las últimas 5 campañas censadas), vemos que su rendimiento de combustible es de mas de 2.050 litros de etanol y mas de 320 litros de bio diesel, simultáneamente. En el caso de los maíces “starchy” (alto contenido de almidón), el rinde de etanol supera

los 2.650 litros de etanol y los 280 litros de biodiesel de rendimiento final. Para el caso de los maíces de alto valor, no solo el contenido porcentual de almidón baja, sino que también lo hace el rendimiento promedio por hectárea. La cantidad de bio combustibles obtenidos, teórica, será de un poco más de 1.500 litros de etanol y de mas de 530 litros de gas oil por hectárea, no compensando el incremento energético obtenido por una mayor producción de materias grasas, y por ende de bio diesel, la caída en el " rendimiento" de etanol.

El maíz es un grano del que se pueden obtener varios productos, tal como observamos en el siguiente diagrama.

**Flujo de procesamiento de Maíz (según Archer Daniel Midlands Co)**

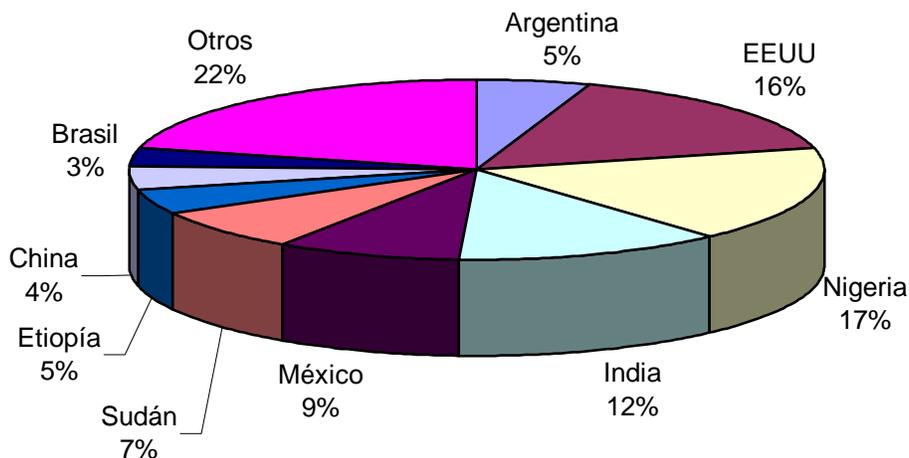


### 2.1.3.2 Sorgo

El sorgo es una gramínea que presenta una alta adaptabilidad a distintos tipos de suelos, y gran resistencia a las altas temperaturas y a la sequía. Entre sus mayores virtudes agronómicas están la gran estabilidad de rendimiento, la gran cantidad de rastrojos que deja y un sistema radicular que explora y enriquece el suelo.

Es el cereal de mayor difusión en muchas partes del mundo, teniendo una gran difusión en Asia y África, continente este último donde es el principal proveedor de almidón de la industria cervecera.

**Principales Productores de Sorgo**

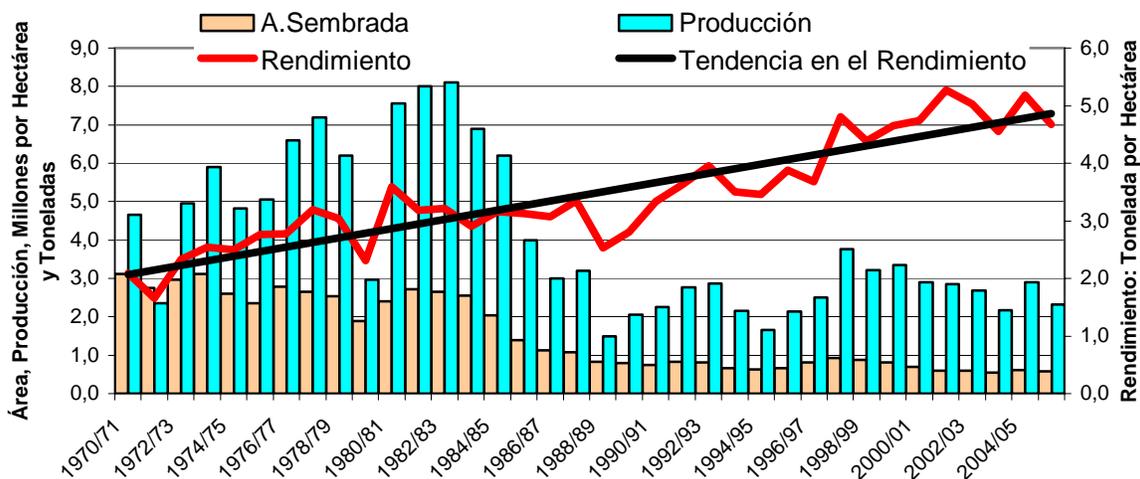


Fuente: USDA

La mejora genética ha permitido que se dispongan de materiales para suelos más fríos y que a su vez respondan a la fertilización y a la irrigación. Desgraciadamente su superficie fue en continua declinación hasta esta última campaña (2006/07) debido a sus bajos precios y al paquete tecnológico de la soja (siembra directa y resistencia a glifosato). El sorgo se desplazó hacia las zonas cuasi marginales y con bajas precipitaciones. Esto ha hecho que sea un cultivo de baja inversión

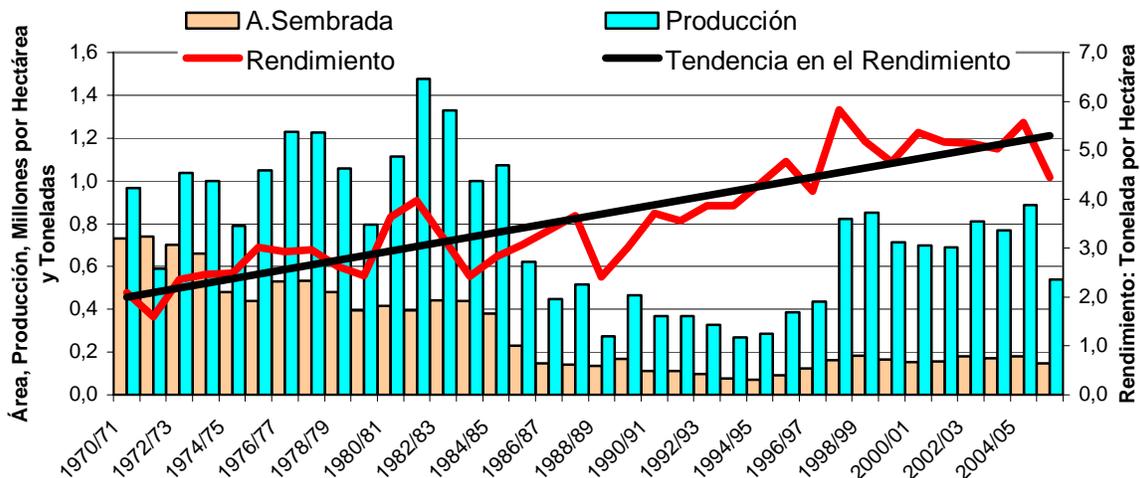
(bajo costo). Al contrario de lo que sucedió a nivel nacional, la superficie cultivada con sorgo, en la provincia de Santa Fe, no sólo no descendió, sino que se incrementó. Esto se debe al alto valor nutricional de los sorgos libres de tanino, que fueron demandados por la lechería, y que al ser de un manejo relativamente sencillo, permiten ser implementados en una rotación lechera.

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Sorgo- Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

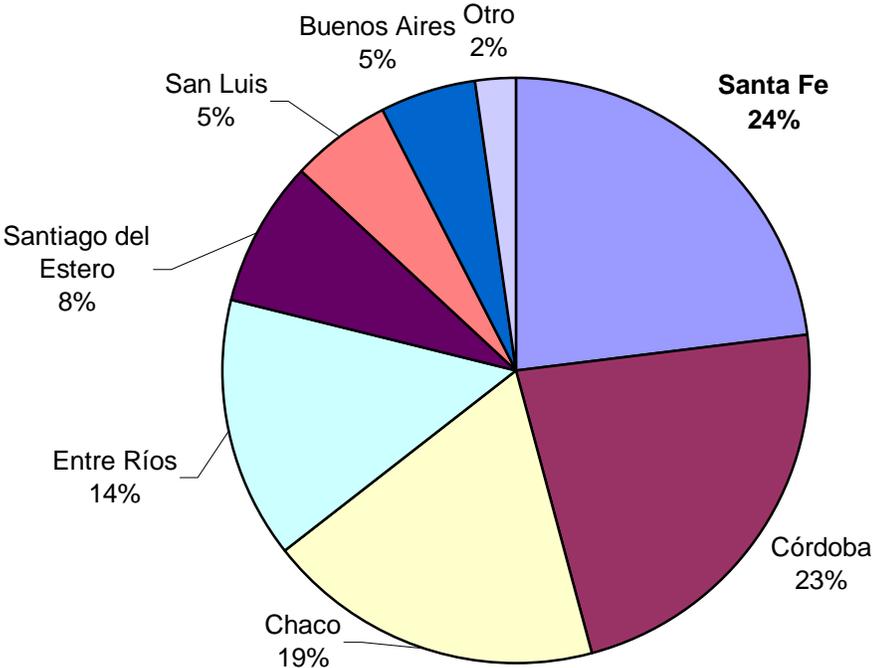
### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Sorgo- Santa Fe



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

La provincia de Santa Fe lidera la producción de sorgo con una participación del 24% a nivel nacional.

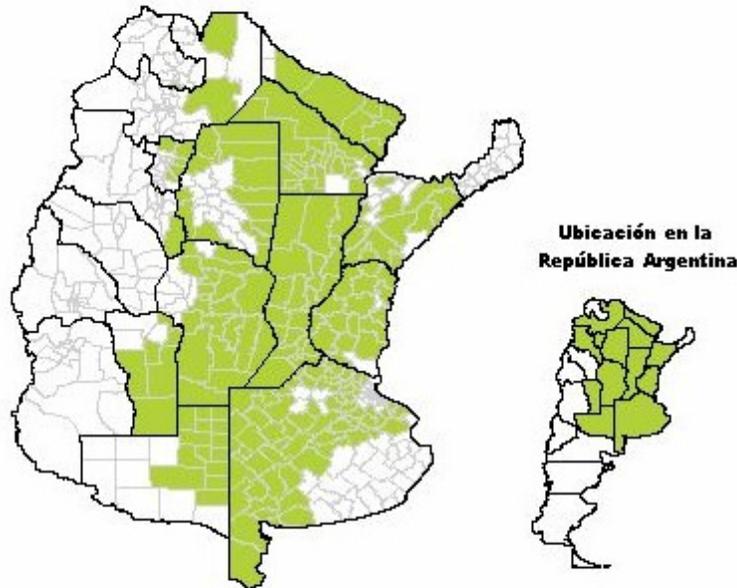
**Participación por Provincia: Producción Sorgo**



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Por otro lado este cultivo tiene también algunas posibilidades ciertas en zonas tradicionalmente no sorgueras, como el área núcleo de la pampa húmeda, para iniciar el proceso de recuperación de suelos muy degradados en combinación con un conjunto de prácticas conservacionistas, entre ellas la siembra directa y la rotación de cultivos.

## SORGO Zonas de Producción



Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas.

**Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones.  
Estimaciones Agrícolas . SAGPyA**

En muchas partes de los Estados Unidos, el sorgo se destina para la producción de etanol. De acuerdo con las cifras suministradas por la National Sorghum Association, más del 15 % del etanol que se produce en estos momentos en ese país, se obtiene del sorgo. Tradicionalmente el alcohol de sorgo se ha usado para la destilación de licores o de whisky, debido a su menor costo y fácil disponibilidad.

De acuerdo con la misma asociación, durante el año 2004, más de medio millón de toneladas de sorgo fueron usadas para la obtención de etanol, cifra superada en las sucesivas campañas.

El grano de sorgo está constituido por proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y otros componentes, entre los cuales están los polifenoles, de los cuales el más importante es el tanino, en porcentajes variables según el genotipo y el ambiente. La composición del grano de sorgo es similar a la del maíz, aunque se debe tener en cuenta de trabajar con sorgos con bajo contenido de tanino, a los

finés de favorecer las condiciones de extracción. Se diferencia del grano de maíz por su mayor contenido de proteína y almidón, y su menor contenido de materia grasa.

El contenido de proteína es muy variable (se han detectado porcentajes desde el 6 al 18%) con una media del 10,7%. Los lípidos se encuentran mayormente en el embrión, pero con un contenido total de alrededor del 4%. El contenido de almidón está alrededor del 75%.

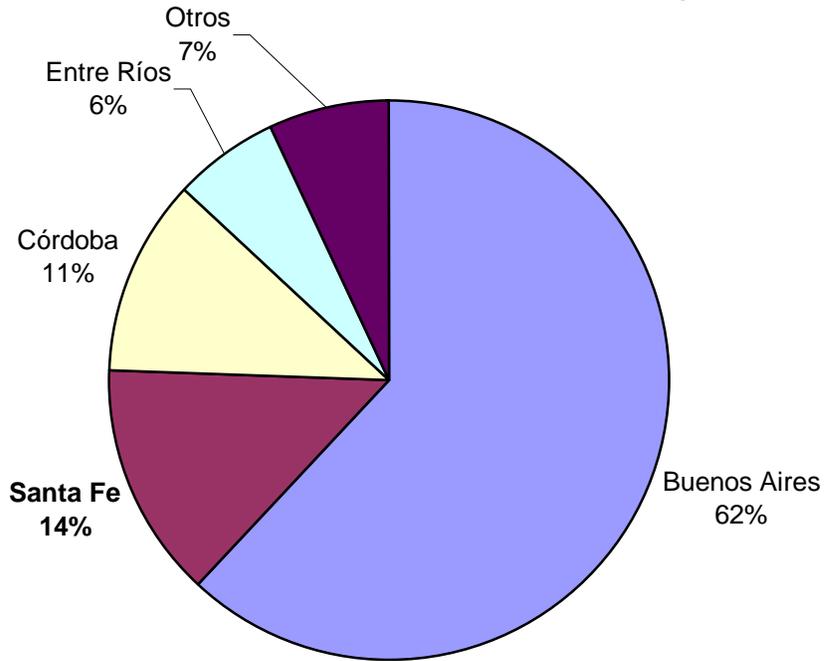
### **2.1.3.3 Trigo**

El trigo es una gramínea. Es uno de los primeros cereales cultivados por el hombre, si bien su forma moderna, hexaploide, es resultado de los cruzamientos, ya que los primeros “trigos” eran mono y diploides.

Es el cereal panificable más cultivado en el mundo, y hasta hace pocas décadas era también el que más se producía. Es un cultivo de los denominados de invierno. La propiedad más importante del trigo es la capacidad de coacción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre.

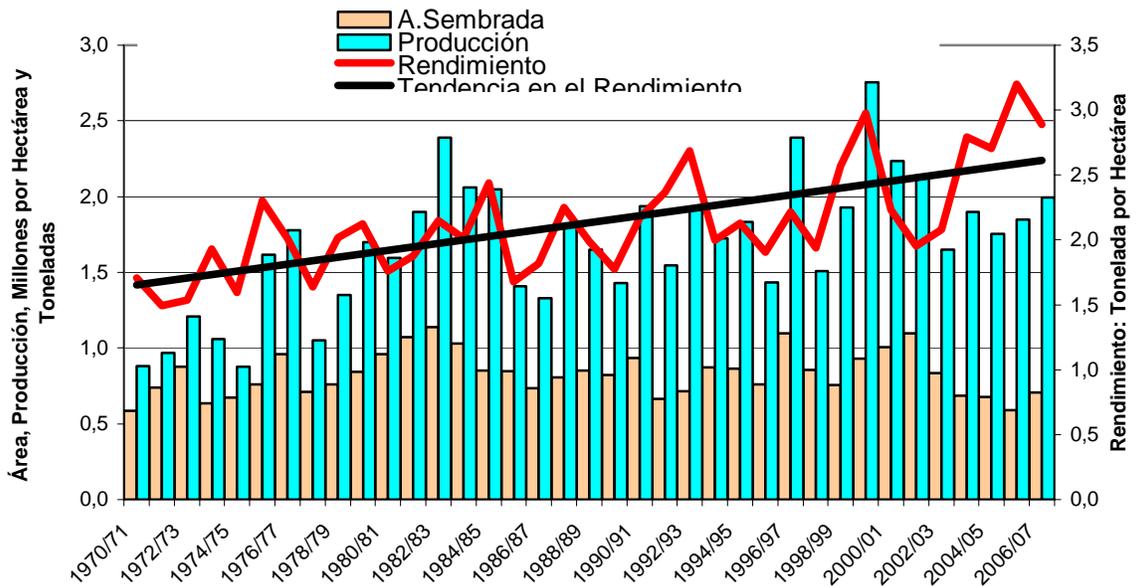
El cultivo de trigo ha presentado un área de siembra muy variable en los últimos años a nivel nacional. En cambio en la provincia de Santa Fe, actualmente segundo productor triguero argentino, durante el último quinquenio, el área ha sufrido una declinación, fundamentalmente por las intervenciones en los mercados que incidieron negativamente en los precios. La participación porcentual en el total del área sembrada nacional, pasó de ser un 15 %, a menos del 12 %. Aún así, es el principal cultivo de invierno y es fundamental para una buena rotación en siembra directa, y para la fijación de Carbono en la rizósfera.

### Participación por Provincia: Producción Trigo



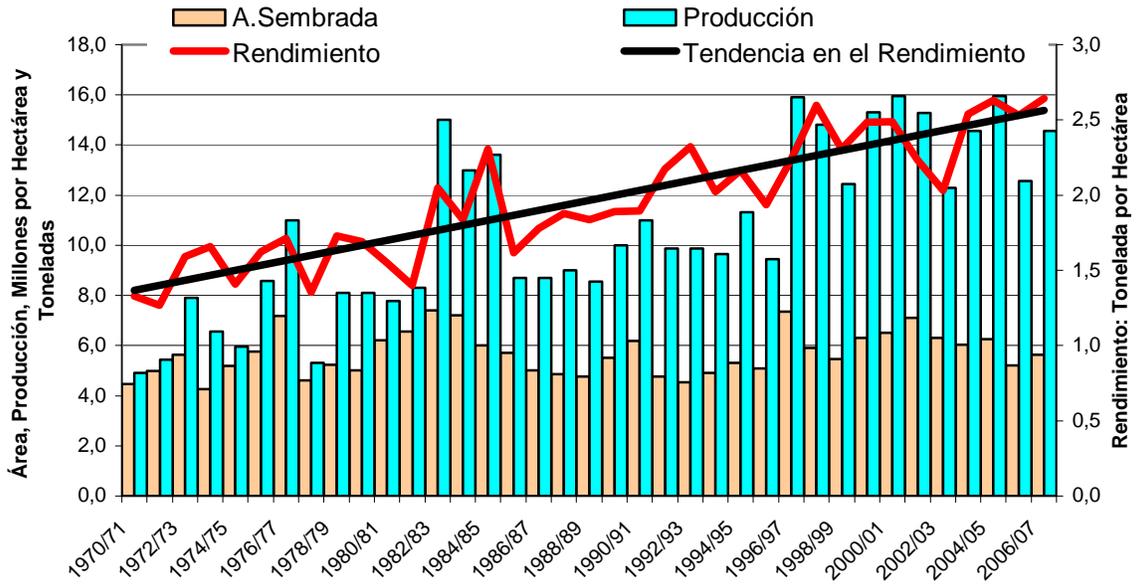
Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Trigo- Santa Fe



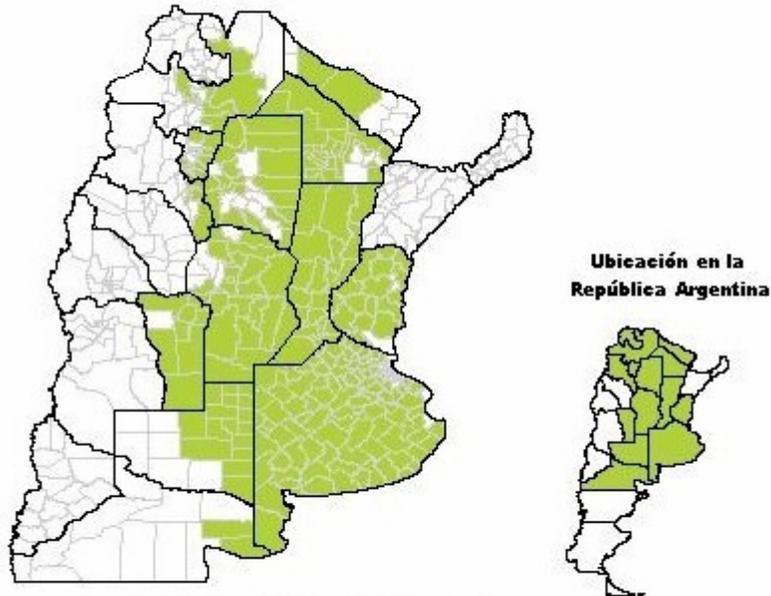
Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Trigo- Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### TRIGO Zonas de Producción



Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas.

Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones.  
Estimaciones Agrícolas . SAGPyA

De acuerdo a información suministrada por la Bolsa de Comercio de Rosario, en los últimos 20 años, el consumo mundial de trigo se ha incrementado en unos 100 millones de toneladas, pese a variaciones puntuales. Los pronósticos para el largo plazo indican que la demanda mundial de alimentos seguirá creciendo por el crecimiento demográfico, por las mejoras en el poder adquisitivo en muchas regiones del planeta, por la urbanización y a la diversificación alimentaria generada por la globalización.

Un ejemplo de ello se da en el Sudeste Asiático, donde a pesar de que el arroz se mantiene como producto básico de la mayoría de las dietas nacionales, la demanda de trigo se ha visto favorecida por la creciente diversificación de los hábitos alimenticios, por el aumento de los ingresos y por un crecimiento económico sostenido.

Si bien el principal destino para el trigo es la producción de harinas para panificación, el almidón que compone el 70 % del grano puede ser usado para la obtención de etanol (actualmente hay un molino en la provincia de Santa Fe, Molinos Juan Semino, que extrae el almidón para su uso en la industria de chacinados). En estados como Oklahoma, el trigo es la principal materia prima para la obtención de etanol.

#### **2.1.3.4 Caña de Azúcar**

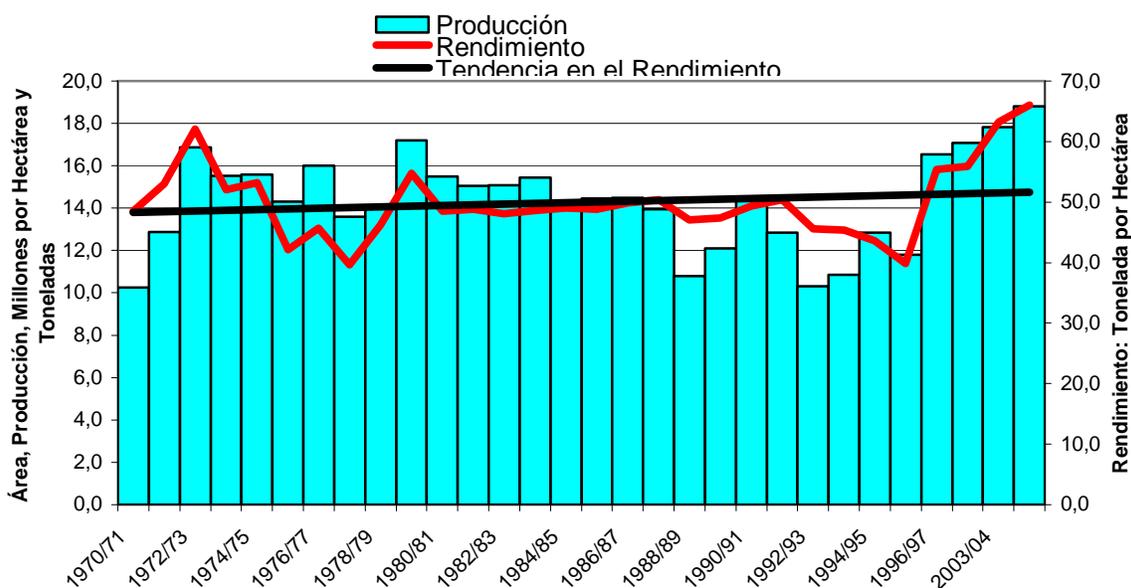
La caña de azúcar es otro de los principales productos utilizado para la fabricación de bio etanol. Es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad.

Prospera en climas cálidos y húmedos con temperaturas no inferiores a los 20 °C. Su rendimiento en sacarosa aumenta con la temperatura y se almacena en el tallo duro pero flexible, que alcanza 1,5 a 3,0 metros o más de altura. Es uno de los cultivos más eficientes en la captación de la energía solar, por lo que cada hectárea de cultivo produce más volumen de biomasa aprovechable que cualquier otro.

Además del azúcar para consumo humano, pueden extraerse como subproductos melaza, de la que se obtiene etanol y bagazo, utilizado como combustible en los Ingenios o como celulosa para papel.

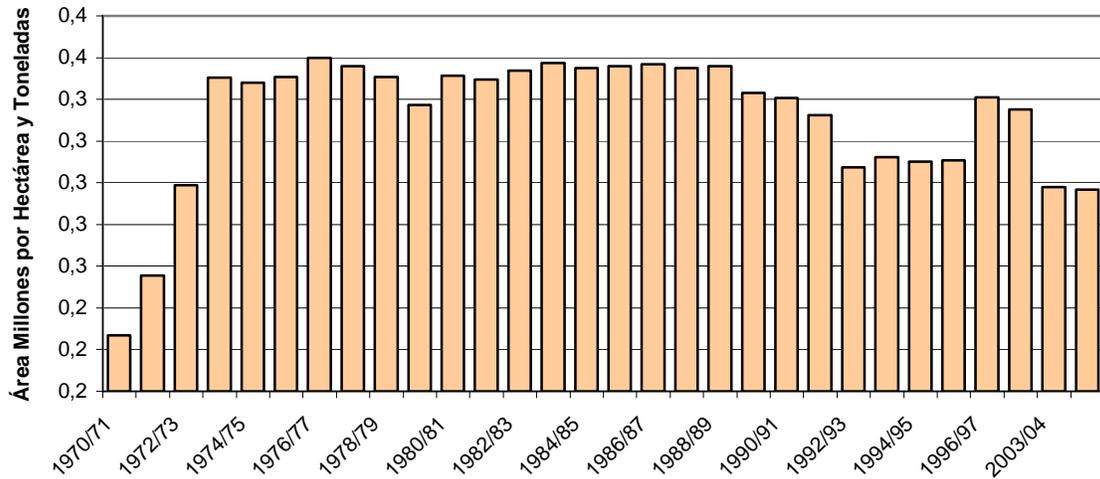
Producto de las diversas crisis generadas por caídas en los precios y a cambios políticos y tecnológicos, la cantidad de mano de obra ocupada y de Ingenios operativos han disminuido en el último siglo. La superficie se ha mantenido relativamente estable en las últimas décadas, con ciertas fluctuaciones alrededor de las 300.000 has.

### Producción y Rendimiento: Caña de Azúcar- Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

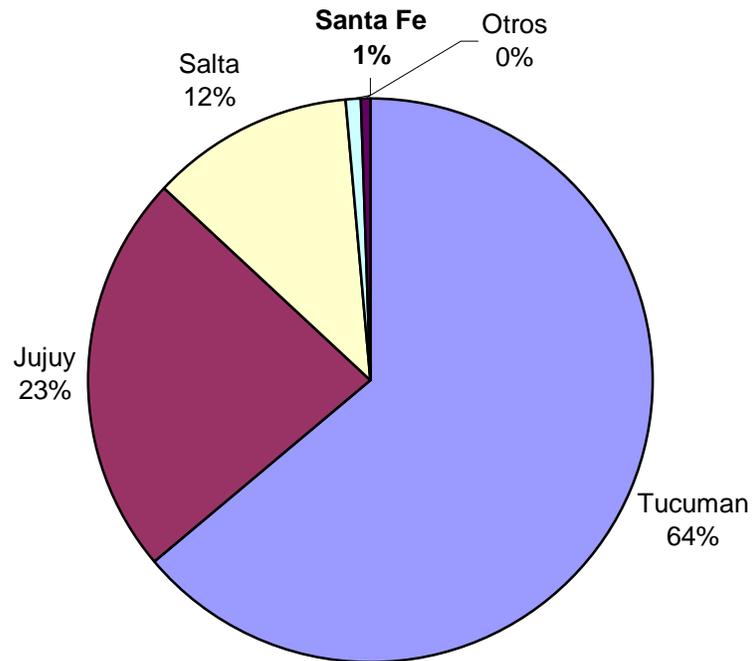
### Área Sembrada:Caña de Azucar- Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

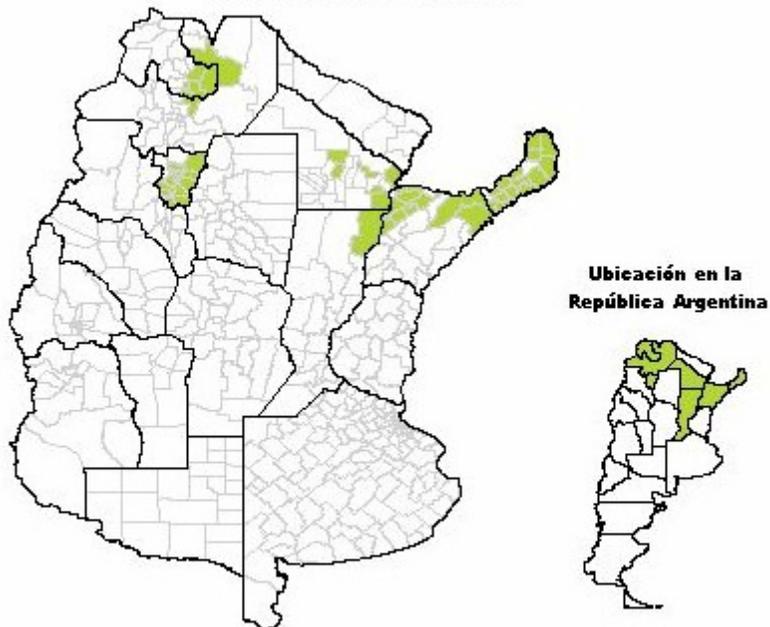
Tucumán concentra el 64% de la producción nacional seguida de Jujuy y Salta con una participación de 23 y 12% respectivamente.

### Participación por Provincia: Producción Caña de Azúcar



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### CAÑA DE AZUCAR Zonas de Producción

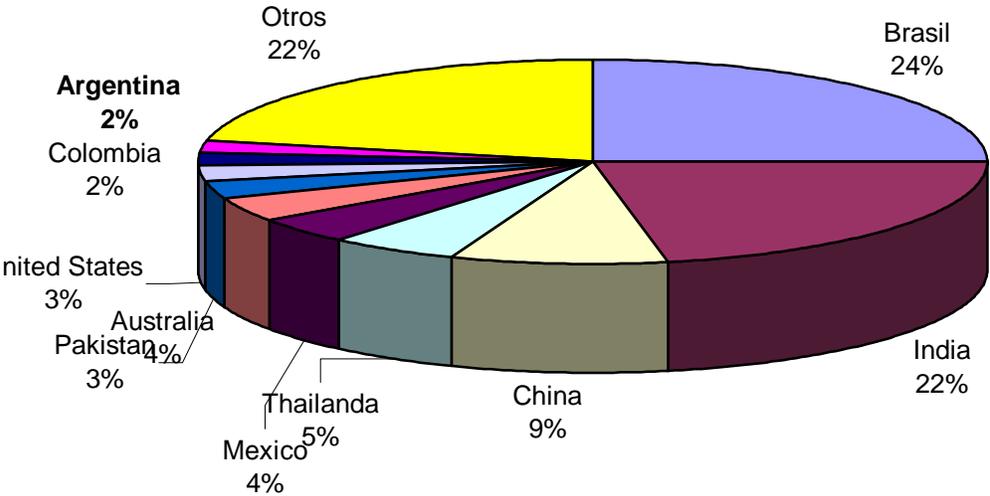


Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las dos últimas zafas.

Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones. Estimaciones Agrícolas . SAGPyA

De acuerdo a las estadísticas publicadas por el USDA, el principal productor a nivel mundial es Brasil aportando al mercado internacional el 24% de la producción de caña. En orden de importancia le siguen India con el 22%, China con el 9% y Tailandia con el 5%. La Argentina posee el 2% de la participación mundial.

**Participación Mundial : Producción Caña de Azúcar**



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

**Contenido aproximado de los principales componentes de los cereales**

	Maíz	Sorgo	Trigo
<i>Proteína</i>	10,0%	11,0%	11,5%
<i>Materia Grasa</i>	4,5%	4,0%	2,0%
<i>Almidón</i>	71,0%	75,0%	70,0%
<i>Fibra</i>	2,0%	1,8%	2,0%

## **2.2 Características de los combustibles diesel**

El motor diesel ha sido el principal actor entre los motores de uso pesado, tanto en la agricultura, la construcción, los usos industriales o marítimos en los últimos 60 años. Su uso inicial se debió a que pudo usarse como combustible una parte del petróleo que se consideraba un desecho durante la refinación para la obtención de las naftas.

Posteriormente, las ventajas mecánicas y mejores características del ciclo Diesel sobre el ciclo Otto (mayor durabilidad, alta capacidad de torque, eficiencia energética), hicieron que su uso se difundiera en casi todas las aplicaciones.

Su penetración varía de acuerdo con los mercados y los países. Mientras que en la Unión Europea y en nuestro país la flota de automóviles equipados con motores diesel se acerca al 50%, en otros países como los Estados Unidos, su penetración es casi marginal (alrededor del 2%, de acuerdo con los datos disponibles del USDoE<sup>7</sup>).

En la Argentina el consumo de combustibles diesel (gas oil, fundamentalmente) es cercano a los 13 millones de toneladas, usando el sector agropecuario unos 4 millones aproximadamente.

### **2.2.1 Contenido energético**

Es importante destacar que no se puede controlar el contenido o valor energético de los combustibles durante su procesamiento. El punto de calentamiento de cada combustible puede variar por factores tan diversos como la refinería de origen, el yacimiento de origen, o la época del año en que se obtuvo. En general los combustibles diesel tienen un alto contenido de compuestos aromáticos y una mayor densidad. Esto es importante porque se inyectan en función de unidades de

---

<sup>7</sup> United States Department of Energy

volumen, al cilindro a través de los inyectores. Si el contenido energético es bajo, el rendimiento (medido en unidades de potencia entregadas) será menor.

Para compensar esto, las bombas inyectoras actuales, “adelantan” el tiempo de inyección lo que se traduce en un mayor consumo de combustible y en un aumento de las emisiones (NOx, fundamentalmente). Distintos trabajos realizados con motores alimentados a Bio diesel, han mostrado un incremento en las emisiones de NOx de los motores; esto se debería a lo expresado anteriormente.

Si bien los bio diesel no contienen compuestos aromáticos, si contienen distintos metil esterres con distintos niveles de saturación. Los ésteres insaturados, poseen un menor contenido energético, medidos en unidades de peso, pero debido a su mayor densidad, tienen un contenido energético mayor, si los medimos en volumen.

Los bio diesel contienen un menor contenido energético que los petro diesel (37,2 MJ/Kg. para bio diesel de soja, contra 42,6 MJ/Kg. para un diesel normal). Es decir que la diferencia es un 12,5% inferior. Pero como el bio diesel es mas denso que el petro diesel, el contenido energético por litro es sólo un 8% inferior (32,9 MJ/litro vs. 36,0 MJ/litro).

Esto es importante por dos motivos. El primero es que la comercialización de los combustibles en la Argentina es por volumen, mientras que el segundo es la pérdida de potencia observada (que será de ese 8%). Esto se debe a lo dicho previamente de que las bombas inyectoras “miden” el volumen de combustible que dejan pasar.

### **2.3 Obtención de bio diesel**

El primer paso para la obtención de un bio diesel comienza con la separación de la materia grasa (grasa animal o aceite vegetal) de la materia que lo contiene. Las grasas normalmente se extraen mediante el uso de calor de los tejidos animales que las contienen, proceso que separa también las proteínas. Esta extracción puede ser tanto usando calor seco o vapor de agua a alta temperatura.

Las grasas vegetales se obtienen mediante el uso de presión o por extracción. Antiguamente se usaban métodos de presión en frío o en caliente. Estos métodos han sido reemplazados por la extracción por solvente, o por una combinación de presión y extracción por solventes. Los métodos de extracción son más eficientes que los de presión, ya que extraen casi la totalidad de la materia grasa presente en los granos y semillas. Básicamente el proceso consiste en la transformación de los granos o semillas en una harina, que es sometida a un proceso de calentamiento y a la circulación a través de ella de hexano (ciclo benceno) que extrae el aceite. Posteriormente el hexano es separado del aceite, recuperado y reutilizado. En este proceso no deben quedar residuos del hexano en el aceite, gracias a su gran volatilidad.

Los aceites obtenidos en el paso anterior, se denominan “crudos” y contienen agua y otras sustancias (proteínas, ácidos grasos libres, fosfátidos) que deben ser removidas tanto en su uso como producto comestible como bio diesel. El aceite debe ser refinado, y posteriormente esterificado en una reacción con un alcohol (metanol o etanol) en presencia de un catalizador (HOK – Hidróxido de Potasio o HONa – Hidróxido de Sodio). Como se puede ver en los cuadros subsiguientes, se obtienen dos productos: biodiesel y glicerina, y un porcentaje menor de residuos. La glicerina obtenida, no tiene la concentración necesaria (99,5% vs. 94-96%) para usos cosmetológicos o farmacológicos, por lo que debe ser refinada para que tenga mayor valor comercial.

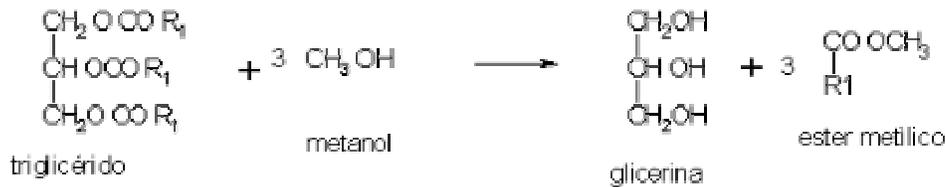
Se conoce bastante acerca de los métodos de obtención de un biodiesel o alquil ester.

Básicamente es la transesterificación de un aceite vegetal refinado. Hay tres procesos básicos para la obtención de un trans ester.

- a. Transesterificación del aceite, con un catalizador básico y alcohol.
- b. Esterificación directa (ácida) del aceite con metanol

- c. Conversión del aceite a ácidos grasos (FFA) y de éstos a un éster metílico por catálisis ácida.

### Esquema básico de la obtención de Bio Diesel



Esta reacción se conoce como transesterificación, donde  $R_1$  son cadenas largas de átomos de Carbono e Hidrógeno, llamadas cadenas de ácidos grasos. En cada grasa o aceite, estas cadenas variarán de acuerdo con la composición del aceite. Para el caso de la soja, hay 5 “cadenas” más comunes y corresponden a los ácidos grasos principales: Palmítico, Estearico, Oleico, Linoleico y Linoleico.

A los fines de calcular los volúmenes y los pesos involucrados debemos conocer los pesos moleculares de los productos que estamos haciendo reaccionar. Si bien por comodidad hablamos de rendimientos en “x” litros, la verdad es que debemos trabajar con pesos o mejor aún con los pesos equivalentes de las moles (moléculas gramos o mol) de cada producto involucrado.

Como ejemplo, podemos considerar un aceite vegetal compuesto sólo por Trioleinas. Las Trioleinas son triglicéridos compuestos únicamente por la unión de un glicerol y tres átomos de ácido oleico (en nuestra fórmula  $R_1$  es siempre igual y siempre ácido oleico). En este ejemplo cada mol de Trioleina, reaccionará con tres moles de Metanol para dar tres moles de un metil oleato o bio diesel, y un mol de

Glicerol. Para calcular el peso molecular de nuestro aceite (en este caso, la Trioleína), contaremos el número de átomos de Carbono y lo multiplicaremos por su peso molecular, y repetimos el mismo ejercicio para el Hidrógeno y el Oxígeno.

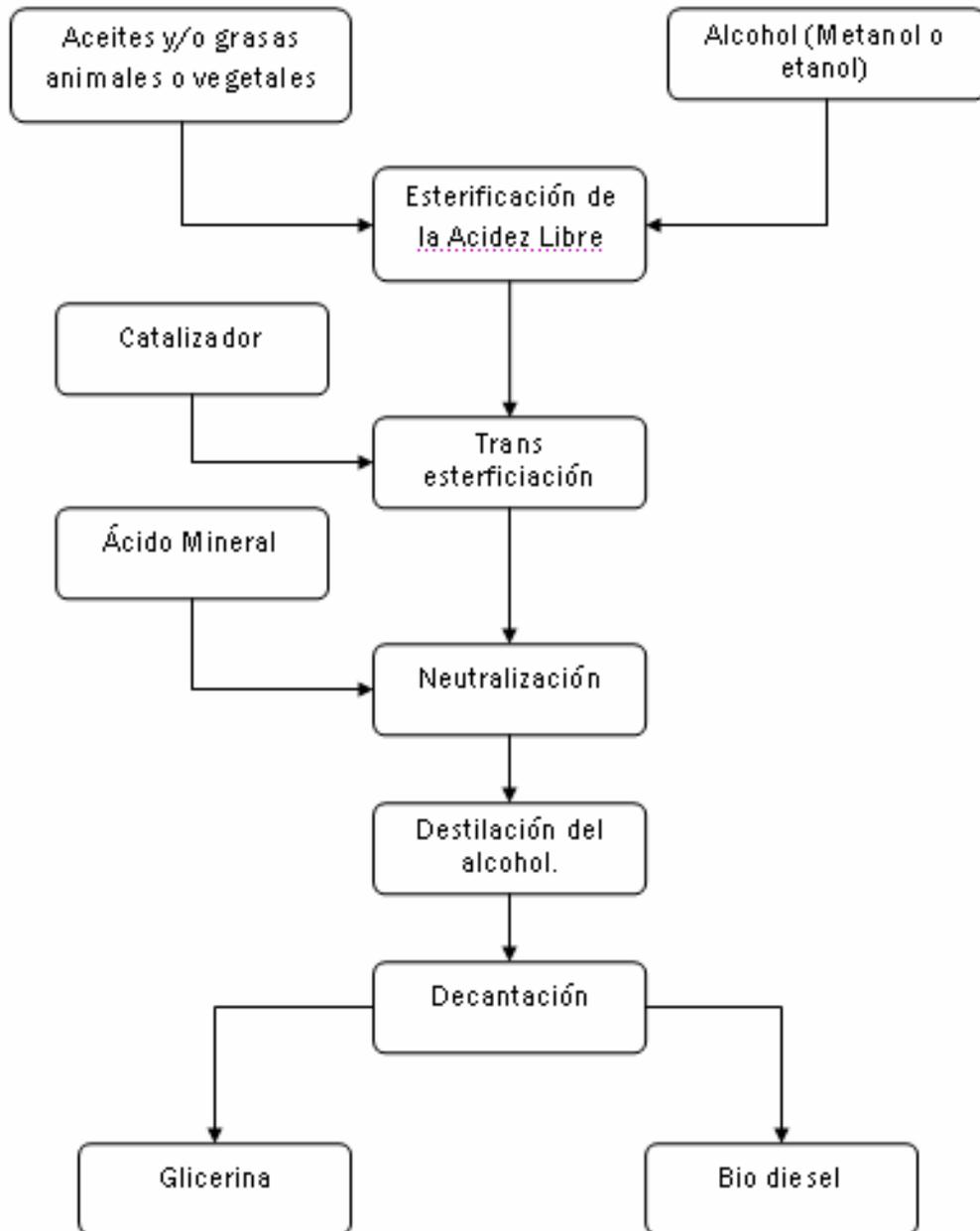
Este ejercicio nos indicará las cantidades reales de producto involucrado en el esquema básico.

De los métodos citados, la transesterificación es el más usado ya que es el más económico, debido a que se trabaja con temperaturas menores (unos 65°C), presiones menores (20 psi), bajo tiempo de reacción, bajo porcentaje de residuos, alto porcentaje de conversión (+ de 98%), y conversión directa.

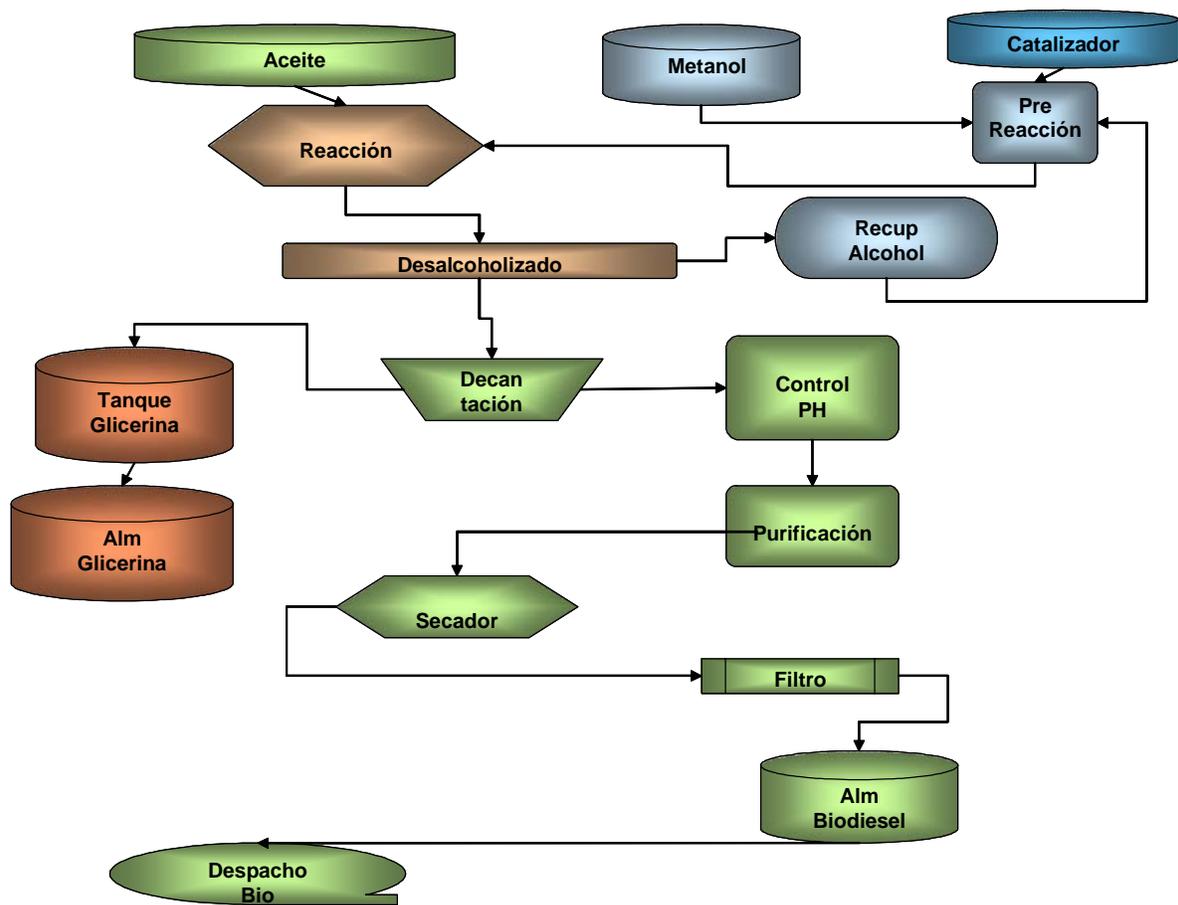
En forma resumida se puede decir que 100 partes de aceite vegetal, 10 partes de alcohol, y 1 de catalizador, se transforman en 100 partes de bio diesel, 10 partes de glicerina y 1 parte de residuos (que por su composición pueden usarse como fertilizantes). Esta es una fórmula teórica, pero en realidad los insumos van a variar, ya que para que la reacción se realice en un 100% debemos trabajar con un ambiente más saturado de alcohol (entre un 60 y 100% más) y de catalizador.

Se proveen distintas fórmulas, pero la que de acuerdo con los proveedores de equipos Lurgi, mas se adapta a la realidad es, de forma aproximada, la que se debe calcular en función de los pesos moleculares aproximados (mol, mole o molécula gramo), y nos daría que cada 100 kilos de aceite vegetal, se necesitan unos 24 kilos de metanol, y poco mas de 1 kilos de catalizador y un neutralizador. El catalizador se recupera en casi un 100%, pero no así el metanol, ya que se obtienen dos alcoholes: metanol y glicerol (o glicerina).

***Diagrama del Flujo del proceso de Obtención de Bio diesel***



**Diagrama de una Planta de Bio diesel**



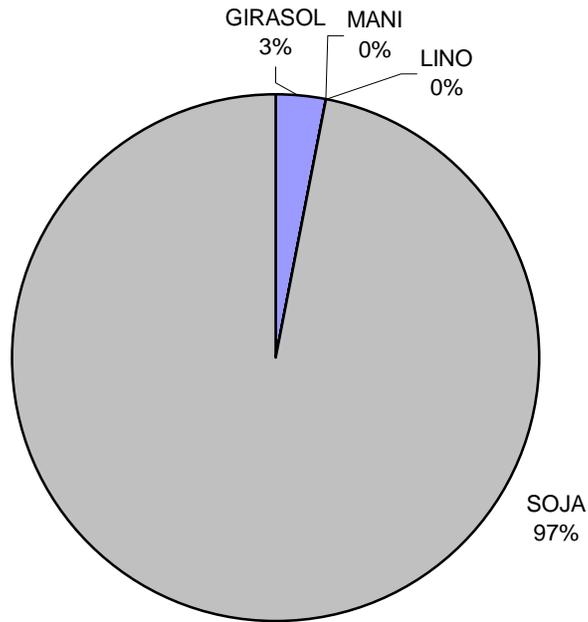
Fuente: ING. ENRIQUE LASGOITY

Como hemos citado en forma genérica anteriormente, existe un sin número de fuentes de las cuales puede obtenerse materias grasas y éstas esterificarse para obtener bio diesel (Soja, Girasol, Palma, Jatropha, Lino, Algodón, Maíz, Colza, grasas bovinas, etc.). Sin embargo vamos a centrarnos en este trabajo, en aquellas especies vegetales que tienen significancia económica en el territorio provincial, pueden llegar a tenerla, o pueden ser transformadas en el cluster de empresas de procesamiento ubicadas en Santa Fe.

De acuerdo a los datos suministrados por la Secretaria de Agricultura de Argentina, en la provincia de Santa Fe la producción oleaginosa esta dominada

por la producción de sojera en un 97%, le sigue el Girasol con un 3% y tanto el lino como el maní, su participación oleaginosa no alcanza al 1%.

### **Participación Santa Fe : Producción Oleaginosa**



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Una primera fase de este estudio debe determinar por un lado el rendimiento de kilos de materia grasa por hectárea, pero no dejar de lado el rendimiento general producido. Por ejemplo, en el caso de la soja, mas que usar el término oleaginosa, es más correcto usar el termino francés "proteagineux" ya que la producción de proteína por hectárea es un 80 % mayor que la producción de materia grasa. En el caso del maíz, no debemos dejar de lado que dicha especie puede producir almidón, proteína y materia grasa. Un ejemplo hipotético nos muestra que una hectárea de soja que rinda alrededor de 3.000 kilos, con un 19% de materia grasa, nos da un rendimiento teórico de 570 Kg. de aceite, mientras que una hectárea de maíz con alto contenido de aceite, que rinda 7.000 Kg., con 8.5% de materia grasa, daría una producción teórica de 610 Kg. aproximadamente.

Como se ha dicho anteriormente, existen distintos procesos o formas para la obtención de bio diesel. Estas varían en función del volumen estimado de producción, del manejo de los efluentes, de la eficiencia productiva, etc. Las consultas realizadas nos indican que el proceso mas utilizado actualmente por reunir más ventajas, es la transesterificación básica homogénea.

## **2.4 Cultivos que se pueden utilizar para la obtención de bio diesel**

Actualmente, podemos hablar de una relación entre cultivo y tipo de bio diesel. Tanto es así que en la Unión Europea se considera al cultivo de la Colza (o Canola) como base para la obtención de los mismos, mientras que en los Estados Unidos es el cultivo de Soja y en Malasia el de Palma. Estos no son los únicos cultivos de los cuales se puede obtener la materia grasa de la cual obtener el bio diesel, pero tanto la colza como la soja son cultivos que se adaptan a la provincia de Santa Fe, no habiendo antecedentes con respecto a la palma.

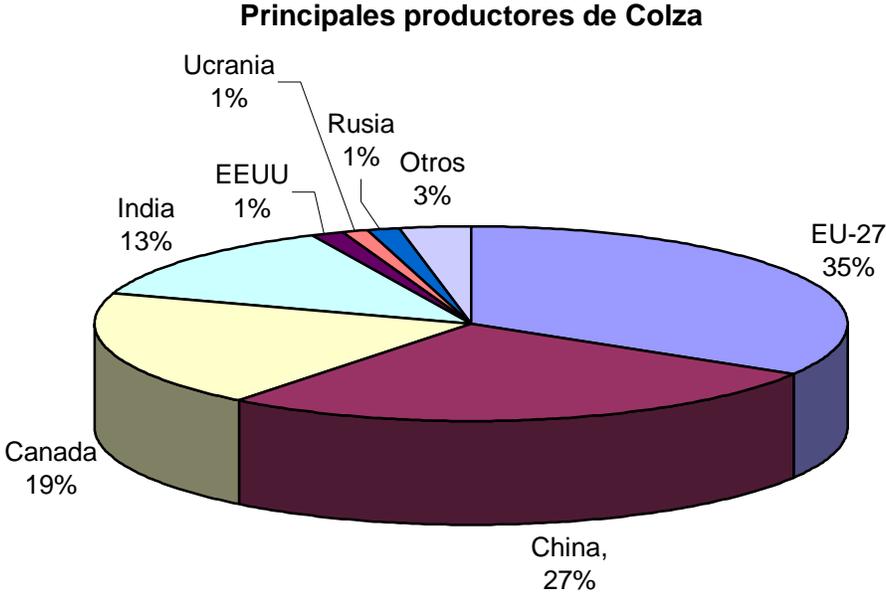
Otros cultivos pueden ser producidos en el territorio provincial, entre ellos el girasol, el maíz, el cártamo, el lino y el algodón. La estructura industrial de obtención de aceites en la provincia<sup>8</sup> se basa en la extracción mediante el uso de solventes, de aceites de grado alimenticio. El aprovechamiento de esta estructura actualmente presente hace que la realidad indique que se usaran para la obtención de bio diesel aquellos cultivos que tengan estas dos características (alto rendimiento en extracción por solvente, y grado alimenticio) y en menor medida aquellos productos que no reúnan estas características o las grasas y sebos animales.

### **2.4.1.1 Colza**

---

<sup>8</sup> Ver en Inversiones en terminales portuarias y capacidad de molienda en la zona Rosafe

Este cultivo es la base para la obtención de bio diesel en la Unión Europea (EU-27)<sup>9</sup>. En este país se cultiva mayormente la colza, mientras que en Canadá y los Estados Unidos está más difundido el cultivo de variedades de colza de bajo contenido de ácido erúcido, conocida como Canola.



Fuente: USDA

La comercialización inicial del ester metílico de aceite de colza (RSME según su sigla comercial en inglés) fue a partir de 1993, y los volúmenes iniciales fueron muy bajos. Tuvo su origen en las actas de liberación a la producción de superficies agrícolas de 1992, y en la necesidad de ocupar las mismas con cultivos que se adaptaran a las condiciones ambientales.

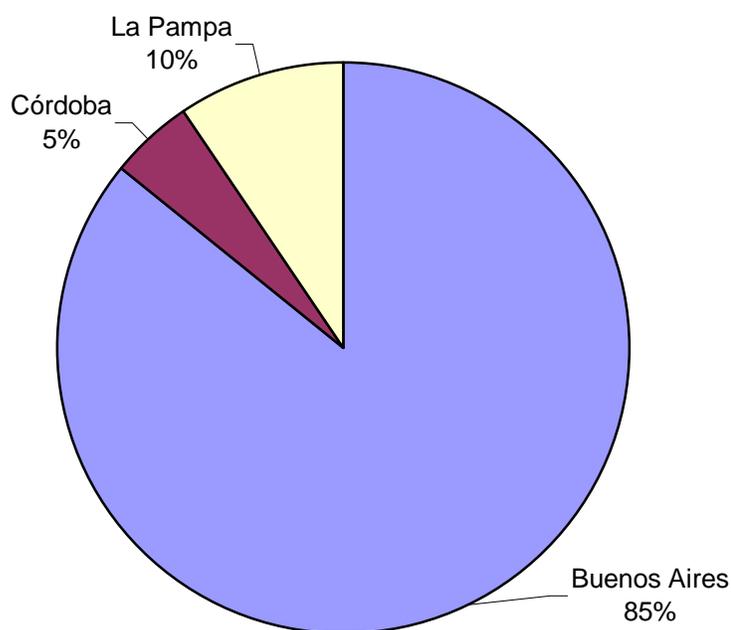
La evolución reciente de la producción y de la comercialización de colza o canola en Argentina ha evidenciado claros signos de transformación de todo el sector en su conjunto. De pasar por un auge, prácticamente desapareció, volviendo en años recientes a ocupar un espacio en el mercado, fundamentalmente de la mano de

<sup>9</sup> Los países que conforman la U-27 son: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Estonia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Polonia, Portugal, Rumania, Reino Unido, Suecia y Republica Checa.

algunos programas de producción y de IP+T (Preservación de la identificación + Trazabilidad).

La colza se adapta a varias condiciones de clima y suelo, demostrando tener amplio potencial de rendimiento de grano y un contenido adecuado de Materias Grasas. Normalmente se la ha cultivado en la región triguera argentina, como una alternativa de diversificación en un planteo de rotación, fundamentalmente en el centro sur, sudeste y sudoeste de Buenos Aires y este de La Pampa, zonas en las que durante el invierno, se puede cultivar como alternativa al trigo, la cebada y/o la avena. Es más rústica que los cereales, adaptándose a suelos más pobres o con características limitantes en su perfil.

#### **Participación por Provincia: Producción Colza**



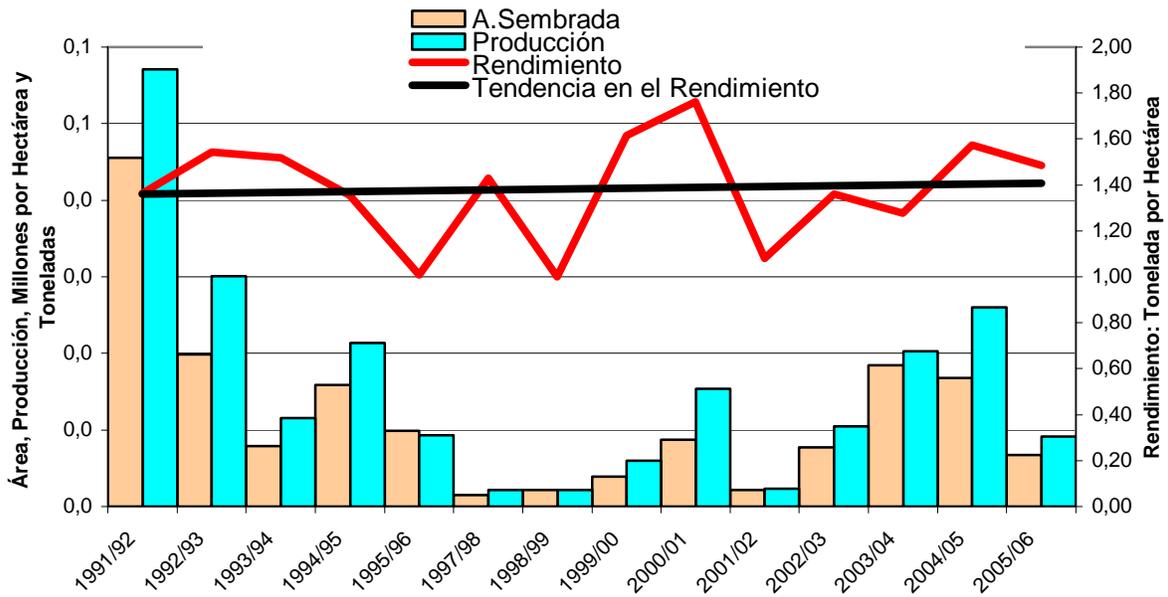
Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Pese a contar con condiciones agro edáfica climáticas favorables, su cultivo no se ha desarrollado en la Provincia de Santa Fe (y muy poco en la Argentina), a pesar de los esfuerzos comerciales realizados por varias industrias aceiteras. Los principales limitantes, de acuerdo con un estudio de la SAGPyA son:

1. falta de información sobre manejo, comportamiento y fertilización de cultivares, siendo muy escasa la información disponible en materia de manejo del cultivo en sistemas de siembra directa, esquema de rotación, control de malezas y daños y control de plagas.
2. dificultades del manipuleo de la semilla en la cosecha y post cosecha por ser una semilla de muy pequeño tamaño y forma esférica.
3. falta de información respecto a su almacenamiento,
4. mercado no totalmente abierto y con dificultades de comercialización.
5. baja productividad física por hectárea
6. alta variación reciente en su precio y en el comparativo con otros cultivos competidores en la rotación como el caso del trigo.

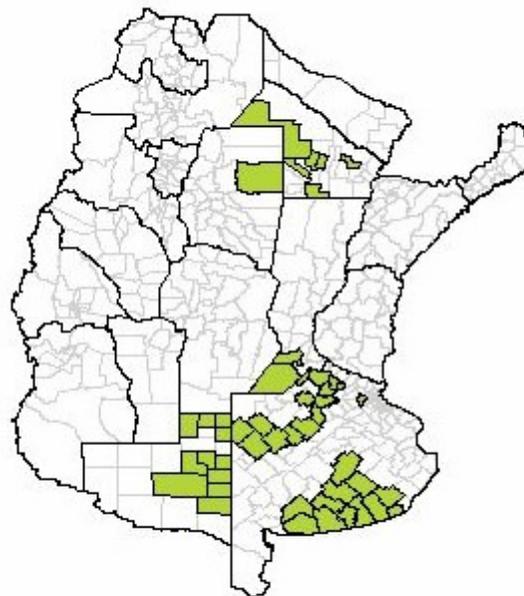
De acuerdo con el informe citado, fue “por las razones expuestas, que luego de alcanzar en la campaña agrícola 1991/92 sus valores pico de área sembrada y de producción, se produjo en forma errática y paulatina un marcado descenso de los mismos”. Actualmente algunas empresas procesadoras y exportadoras demuestran interés por este cultivo (ACA, Codrico, Cargill, Nidera), y se están realizando contratos de producción (precio y comercialización asegurados) aunque no en la provincia de Santa Fe.

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Colza-Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### COLZA Zonas de Producción



Ubicación en la República Argentina



Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas.

Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones. Estimaciones Agrícolas . SAGPyA

Se considera al aceite comestible de canola (obtenido de su molturación) como uno de los mejores para la alimentación humana, juntamente con el aceite de oliva (baja formación de colesterol en la sangre). En la Unión Europea uno de los destinos principales del aceite de colza es la producción de bio diesel, como se indicó precedentemente. La diferenciación entre colza y canola, se debe al mejoramiento genético (fundamentalmente a las investigaciones y desarrollo realizados en el Canadá desde principios de la década del 60). La principal limitante del aceite de colza para el uso humano era el contenido de ácido erúico y de glucosinolatos, que son compuestos responsables del sabor y olor característicos de estas plantas y produciendo además problemas nutricionales en la alimentación de humanos y animales. El contenido de estos compuestos fue reducido prácticamente a cero, lo que llevó a llamar a estos materiales genéticos como “Canola” por “Canadian Low Oil Acid” (identificación de materiales genéticos diferenciados)

El proceso de extracción del aceite deja un material o harina de extracción, con un alto valor nutricional, y se usa como suplemento proteico (como otras harinas proteicas como la de soja), en las raciones balanceadas para la alimentación animal.

<b>Componentes de los aceites de Canola, Colza y Soja</b>			
<b>Componente</b>	<b>Canola</b>	<b>Colza</b>	<b>Soja</b>
Triglicéridos (%)	94,4 - 99,1	91,8 - 99,0	93,0 - 99,2
Fosfolípidos (%)			
Aceite Crudo	Máx. 2,5	Máx. 3,5	Máx. 4,0
Desgomado por agua	Máx. 0,6	Máx. 0,8	Máx. 0,4
Desgomado por ácido	Máx. 0,1	-	Máx. 0,2
Ácidos Grasos Libres (%)	0,4 - 1,2	0,5 - 1,8	0,3 - 1,0
Insaponificables (%)	0,5 - 1,2	0,5 - 1,2	0,5 - 1,6
Tocoferoles (ppm)	700 - 1200	700 - 1000	1700 - 2200
Clorofilas (ppm)	May-35	5 - 35	Trazas
Sulfur (ppm)	Mar-15	5 - 25	Nil
Adaptado de Mag. (1990) y Ying, et al (1989)			

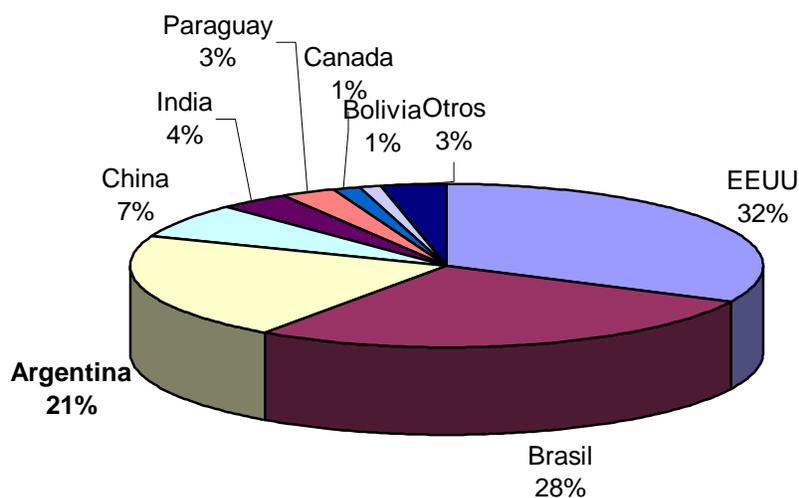
### 2.4.1.2 Soja

Lejos el cultivo de mayor crecimiento en la última década, no sólo por su expansión territorial, o por el incremento porcentual en su rendimiento, sino por el desarrollo del mayor clúster de procesamiento de esta oleaginosa, a nivel mundial, en la zona de los alrededores de la ciudad de Rosario.

En cuanto al poroto de soja, la Argentina ocupa el tercer lugar en la producción mundial, estimada para la campaña 2007/08 en 47,5 millones de toneladas, según cifras proyectadas por el USDA. Cuando observamos la participación mundial de los subproductos de la soja, nuestro país es el segundo productor en aceite de soja y segundo también en harina de soja, compartiendo este lugar con China.

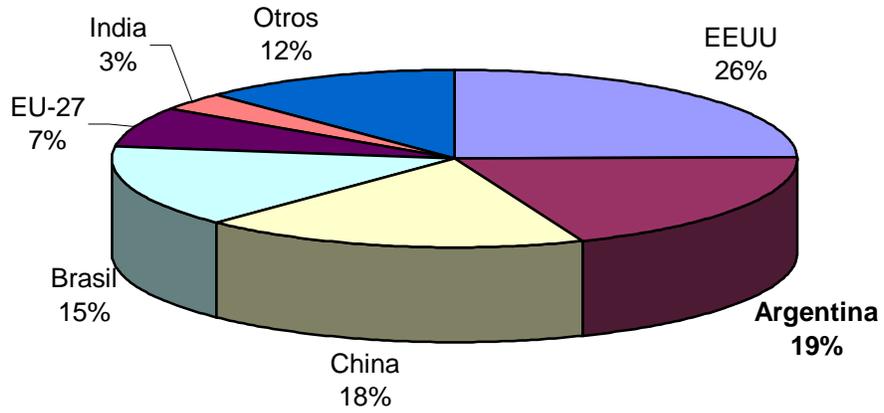
El complejo sojero cobra mayor relevancia en el mercado mundial cuando apreciamos, que tanto en aceite como en harina de soja, la Argentina es el primer exportador mundial, representando uno de los cluster sojero más importantes del mundo.

**Participación Mundial: Poroto de Soja**



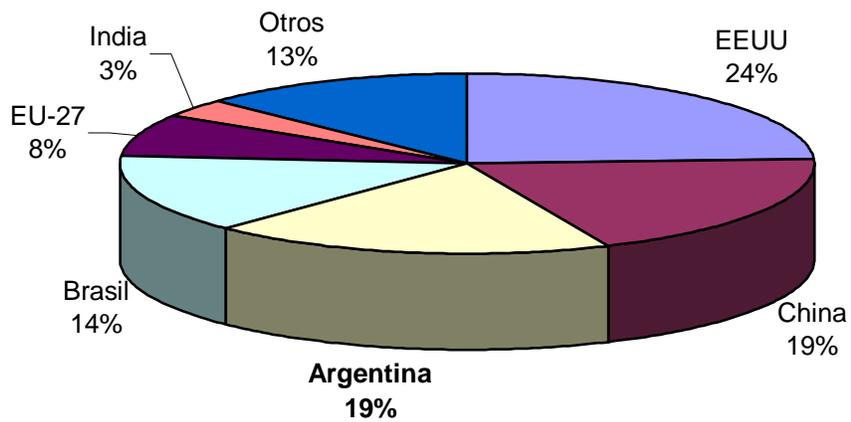
Fuente: USDA

### Participación Mundial: Aceite de Soja



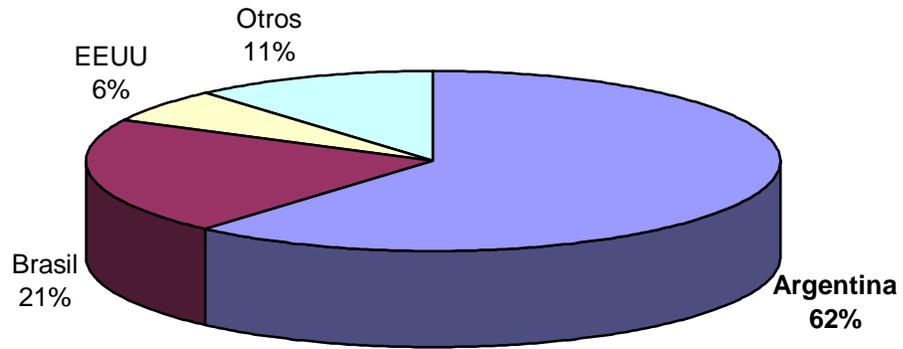
Fuente: USDA

### Participación Mundial: Harina de Soja



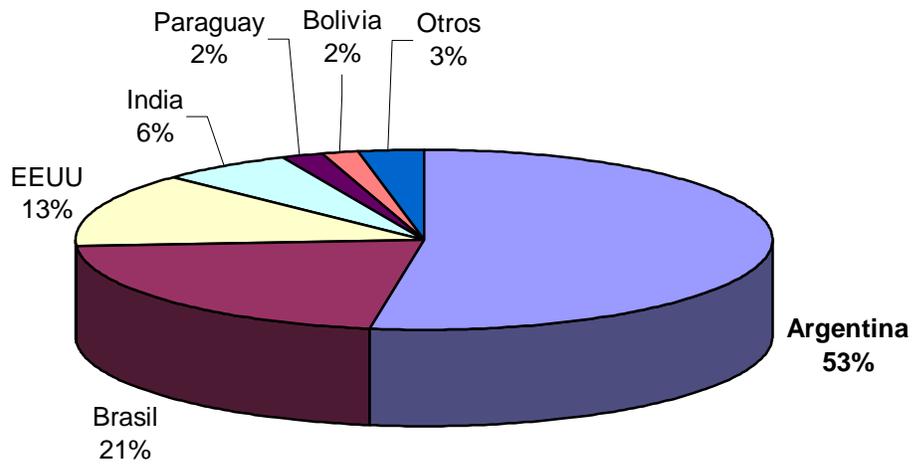
Fuente: USDA

### Exportaciones Mundiales: Aceite de Soja



Fuente: USDA

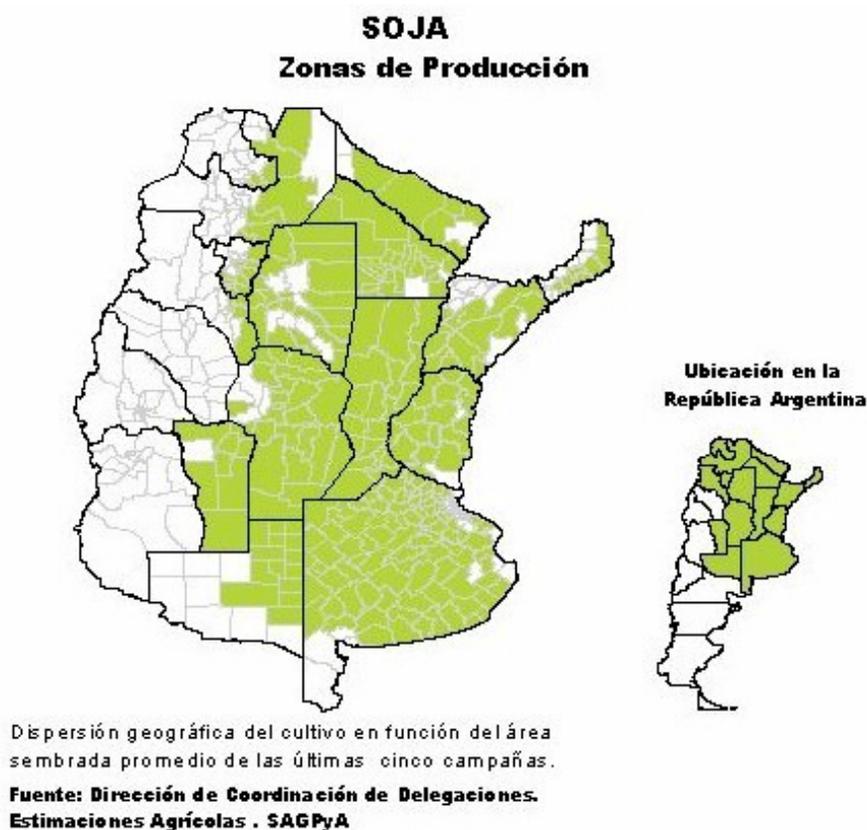
### Exportaciones Mundiales: Harina de Soja



Fuente: USDA

La soja se extendió desde la zona Sur de la Provincia, tradicionalmente agrícola, hasta cubrir todo el territorio provincial, cubriendo zonas anteriormente tamberas, ganaderas o trigueras. Para la campaña 2006/07 la producción Argentina rondará las 47,6 millones de toneladas, constituyendo un record a nivel nacional. El aumento sería de 17,5 % en relación a la anterior campaña, de las cuales 11,6 millones serían producidos en la provincia de Santa Fe.

A nivel nacional, y como dato comparativo, se puede decir que la producción de soja en la cosecha 1996/97 fue de 10,8 millones de toneladas, lo que nos da un crecimiento del 316 % en solo 10 años.

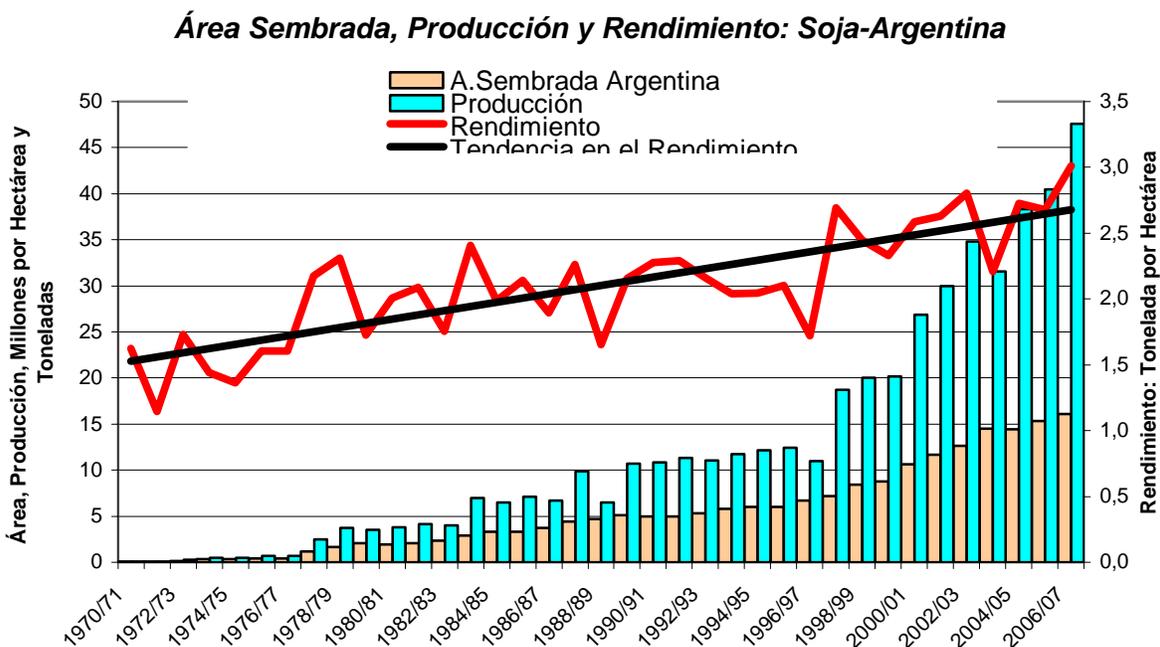


Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Este punto de inflexión, se dio en dicha campaña (1996/97), por la liberación comercial de materiales transgénicos (resistentes al Glifosato) que en

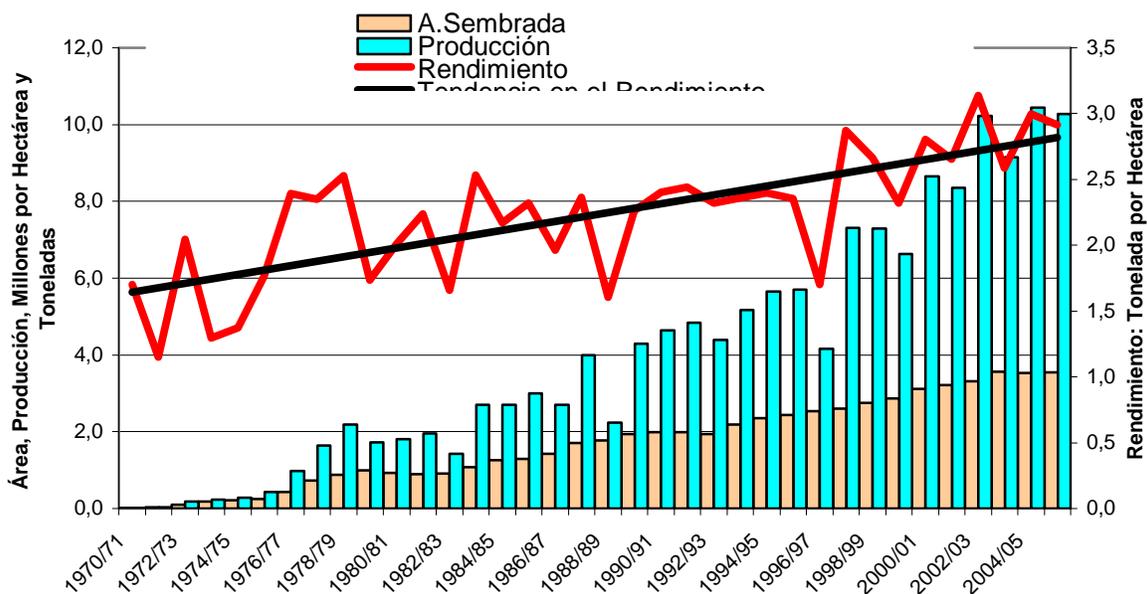
combinación con la difusión de la siembra directa, facilitaron la notable expansión del área bajo cultivo e incrementaron los rendimientos por unidad de superficie, ya que se fue incorporando todo un paquete tecnológico.

La adopción de estas tecnológicas, se tradujo en la disminución de los costos químicos y físicos de control de malezas, el menor uso de maquinarias directamente sobre la superficie del campo (menor degradación de los suelos), el abaratamiento de los costos operativos generales y la simplificación operativa (un solo herbicida, menos maquinaria, menos horas de tractor por hectárea, mayor vida útil de los tractores, etc) y de implantación de la soja.



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Soja-Santa Fe



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Como efecto secundario, pero a su vez sumamente importante, la combinación sojas transgénicas mas siembra directa (“labranza 0”) permitió incorporar como áreas agrícolas, campos que presentaban altos riesgos de erosión u otros problemas de fragilidad edáfica.

Contemporáneamente con esta expansión del volumen, se produce un crecimiento de la capacidad de molienda e industrialización de la soja, y la adopción por parte de la industria de procesos industriales de materia grasa de alta eficiencia<sup>10</sup>.

Desde el punto de vista económico, la soja se ha transformado en la fuente más importante de ingresos del sector rural en la provincia de Santa Fe, siendo también un gran contribuyente fiscal por las retenciones a la exportación que se han implementado. La soja y sus subproductos, son el principal producto de exportación de la Provincia. Durante el año 2006, Argentina ha exportado unos 8,5

<sup>10</sup> Ver “Inversiones en terminales portuarias y capacidad de molienda en la zona Rosafe”

millones de toneladas de porotos de soja, 23 millones de toneladas de harinas, y casi 6 millones de toneladas de aceite. Vemos por lo tanto lo correcto del uso de la expresión francesa “Proteagineux”<sup>11</sup> como descripción de este cultivo. Respecto a las harinas, aunque los sistemas estadísticos oficiales argentinos las describen como “Residuos de la industria aceitera”, vemos que las mismas ocupan mayor volumen y tienen un valor intrínseco como alimento animal. Las harinas poseen un proceso de transformación y de incorporación de valor. Hoy día, casi todas las terminales – industrias exportadoras ofrecen distintas harinas proteicas de soja, en función de las demandas de sus clientes: Profat 42%, Proteína 44%, Proteína 45%, Alta proteína (47%), Proteína 48%, Harina de cáscara de soja, etc.

En las zonas centro y sur de Santa Fe, de acuerdo con la SAGPyA, “se observa un proceso homogéneo y generalizado de agriculturización, con 85,0 a 90,0% de la superficie cultivada con soja”: Además de presentarse todos los problemas comunes a un monocultivo sobre los suelos (de degradación y erosión), hay que llamar la atención sobre el incremento de la exposición ante una amenaza biológica como la roya asiática de la soja o una enfermedad similar.

De acuerdo con los informes suministrados por el INTA y fuentes de la industria, la calidad industrial de la soja argentina se caracteriza por presentar en los últimos años, altos contenidos de aceite y relativamente baja proteína, sobre todo en la zona Pampeana. Esto se debe a factores ambientales y genéticos. Genéticos ya que las variedades más difundidas se corresponden con genética de alto rendimiento, alto contenido de aceite y baja proteína, dándose la relación a mayor rendimiento mayor aceite y menor proteína, por más que los semilleros están abocados a la búsqueda de materiales que incrementen el contenido de proteína y respondan a la fertilización. Hay que destacar que esta relación se cumple a nivel mundial; las sojas de zonas templadas poseen menos proteína que las de zonas tropicales o subtropicales.

---

<sup>11</sup> Traducida como Proteaginoso, indicando aquellos cultivos que tienen más contenido en proteína que aceite.

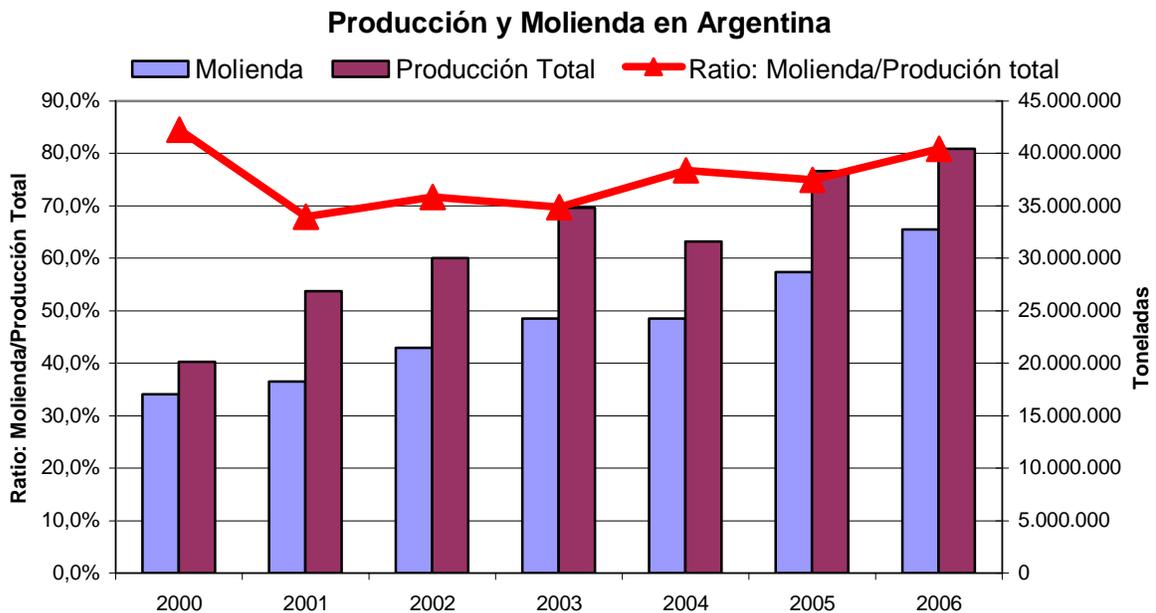
Las características del ambiente, influyen en la forma en que se expresa la información genética referida a la cantidad y calidad de la materia grasa y de las proteínas. En las regiones de menor latitud (zonas tropicales y subtropicales), de acuerdo con la fecha de siembra, el llenado del grano (R5) coincide con temperaturas altas por lo que la composición del aceite varía obteniéndose un mayor porcentaje de oleico y menor de linolenico. Este ácido le da una cierta inestabilidad a los aceites por lo que no es deseado por la industria alimenticia, pero del que se desconoce su comportamiento para su uso como bio diesel.

En años recientes, sobre base seca, el contenido promedio de proteínas fue del 38%, mientras que el de materias grasas fue del 22,5%. Estos valores son importantes para poder calcular el rendimiento máximo esperado de aceites por unidad de producción (ya sea usando procesos de extracción por solvente o por prensas) y del valor total de recupero, al obtenerse un valor importante de harinas proteicas.

***Producción de Soja y Molienda tota Argentina (Millones de toneladas)***

	Molienda	Producción Total	%
<b>2000</b>	17.030.932	20.135.800	84,6%
<b>2001</b>	18.273.985	26.880.852	68,0%
<b>2002</b>	21.488.651	30.000.000	71,6%
<b>2003</b>	24.280.549	34.818.552	69,7%
<b>2004</b>	24.229.486	31.576.751	76,7%
<b>2005</b>	28.690.419	38.300.000	74,9%
<b>2006</b>	32.731.608	40.467.099	80,9%

Fuente: CIARA.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CIARA.

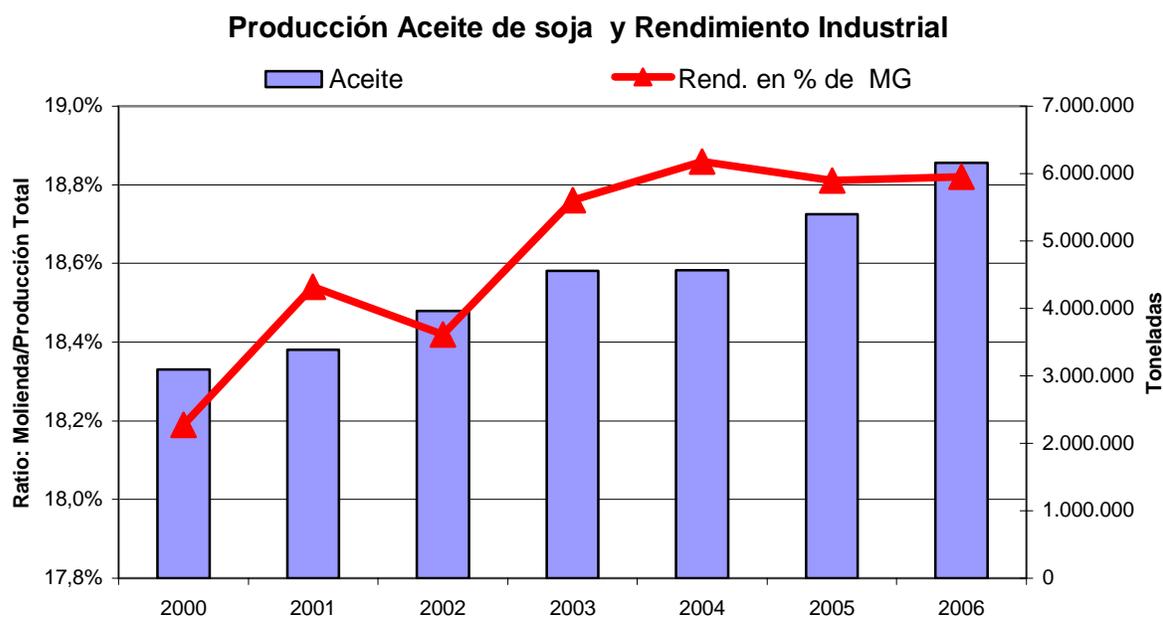
Del cuadro anterior, se destaca el alto porcentaje que alcanza la molienda sobre el total producido. También se puede observar como la industria ha ido incrementando su capacidad de molienda, siguiendo la producción. Aún en aquellos años donde se han producido incrementos notables en la producción (Campañas 2001/00, incremento del 33,5%; 2005/04, incremento del 21,3%), la molienda ha seguido prácticamente de forma inmediata, manteniendo la relación casi constante en el tiempo.

La capacidad actual de molienda, teórica, es superior a la producción total argentina. Factores financieros, y de capacidad de almacenamiento, impiden a la industria “capturar” toda la soja al momento de la cosecha. La capacidad teórica máxima actual de molienda anual es de aproximadamente 50 millones de toneladas, con una cosecha estimada de 46 millones de toneladas.

## Producción de Aceite de Soja y Rendimiento industrial de Materia Grasa Argentina

	Aceite	Rend. en % de MG
<b>2000</b>	3.097.273	18,2
<b>2001</b>	3.388.056	18,5
<b>2002</b>	3.958.068	18,4
<b>2003</b>	4.554.662	18,8
<b>2004</b>	4.569.718	18,9
<b>2005</b>	5.395.694	18,8
<b>2006</b>	6.161.214	18,8

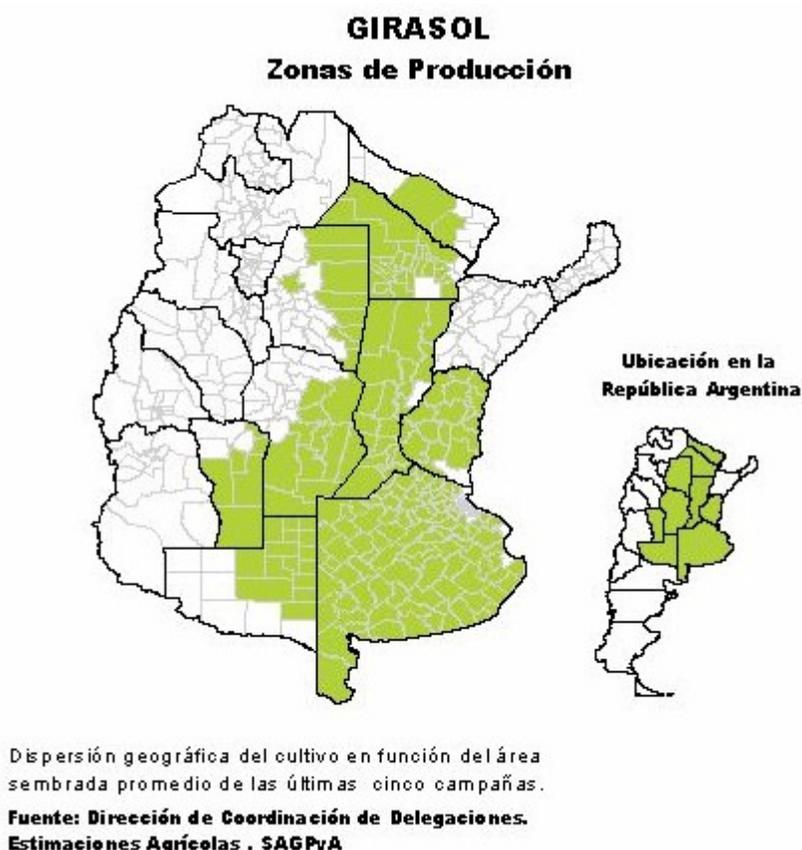
Fuente: CIARA.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CIARA.

### 2.4.1.3 Girasol

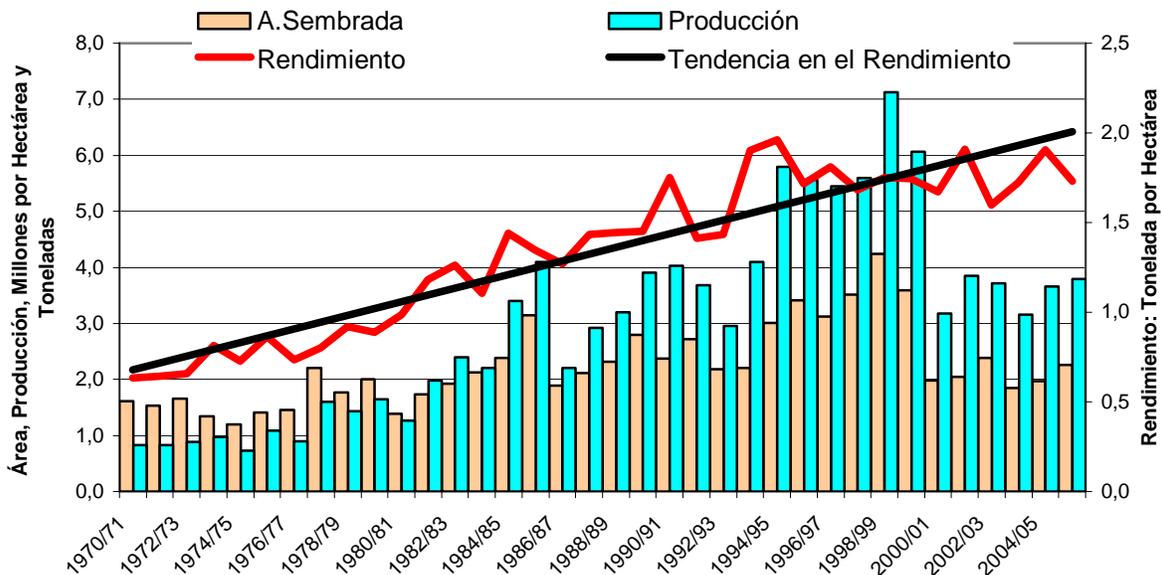
El girasol ha sido un cultivo permanente en la rotación agrícola, aunque la variación de los precios relegó su cultivo a la zona norte de la provincia de Santa Fe, en ambientes desfavorables para otros cultivos. La Argentina cuenta con ambientes agro ecológicos sumamente favorables para su siembra, situación que ha permitido que la Argentina se haya constituido en líder de esta oleaginosa.



Si bien en la década de los 90, tanto el área sembrada como la producción fueron en ascenso hasta alcanzar sus máximos registros en la campaña 1998/99 con una superficie sembrada de 4,2 millones de hectáreas y una producción que superó los

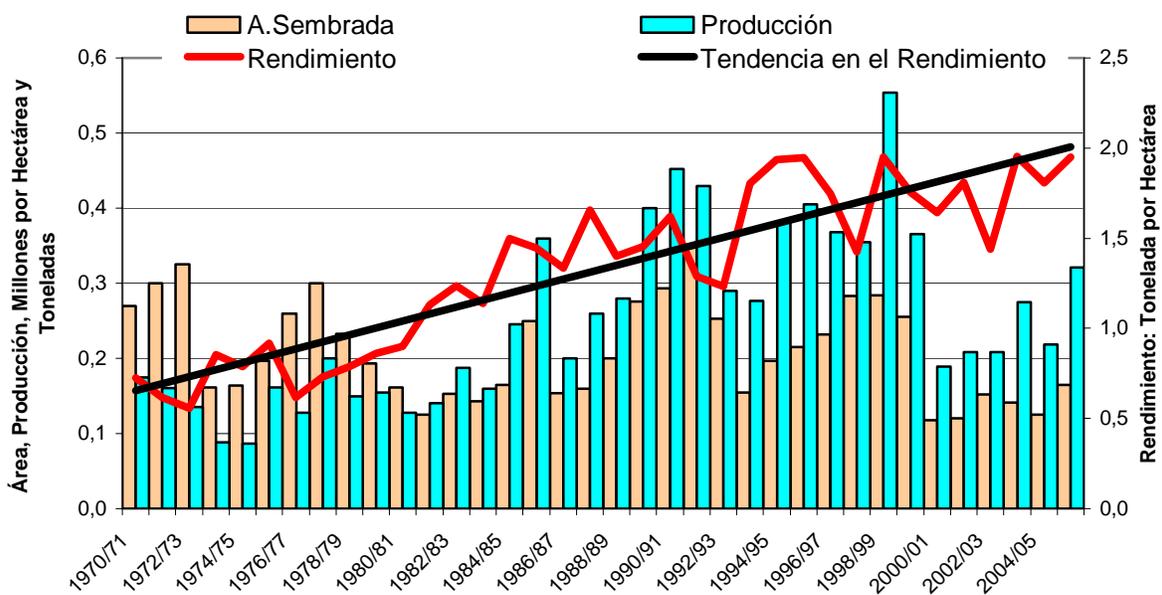
7,1 millones de toneladas, se observó posteriormente una caída en su área sembrada y producción por una baja marcada en el precio final del producto.

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Girasol-Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Girasol-Santa Fe

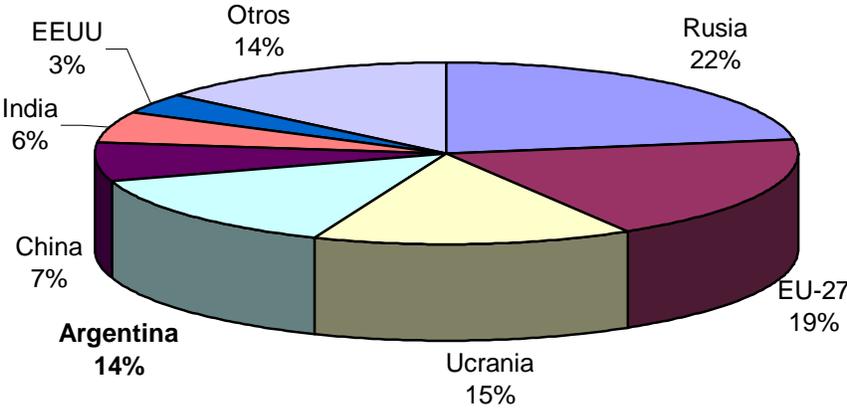


Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Las ventajas tecnológicas en el cultivo de soja, hicieron que muchos productores girasoleros se volcaran al cultivo de la soja. Mientras tanto, las mejoras genéticas y las demandas comerciales y estatutarias, hicieron que el contenido de materia grasa medido en Kilos/Kilos de producto, se incrementara marcadamente, llegando a valores superiores al 48%.

Los recuperación en los precios, desde inicio del 2007, esta induciendo a que el área dedicada a este cultivo en la Argentina se expanda. Tal expectativa es incorporada por la secretaría de agricultura de Estados Unidos en sus proyecciones para la campaña 2007/08, consiguiendo que nuestro país ocupe el cuarto lugar en la producción mundial de girasol.

**Principales Productores de Girasol**

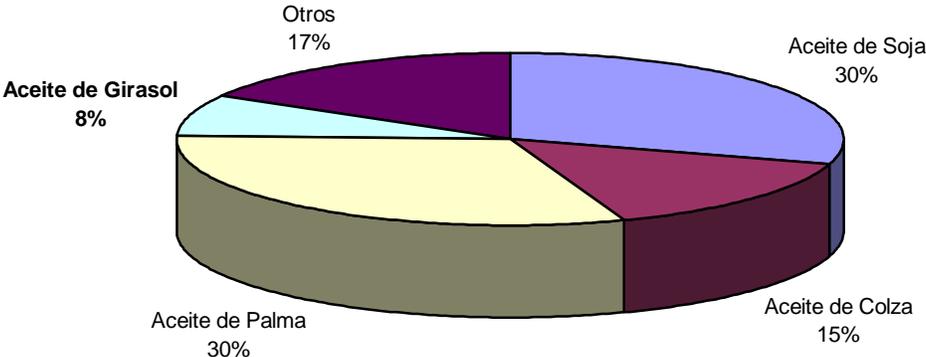


Fuente: USDA

El principal uso del girasol es la industrialización para la obtención de aceites. Existen otros destinos de la semilla como el de “confitería” y el de productos panificados, pero su volumen es mínimo comparado con el anterior. Como co producto de la obtención del aceite, se obtiene una harina proteica que se comercializa normalmente pelletizada.

El aceite de girasol representa el 8% del total de aceites elaborados mundialmente y por su volumen es el cuarto en importancia después de los de palma, soja, y colza, de acuerdo con datos suministrados por el USDA para la temporada 2007/08.

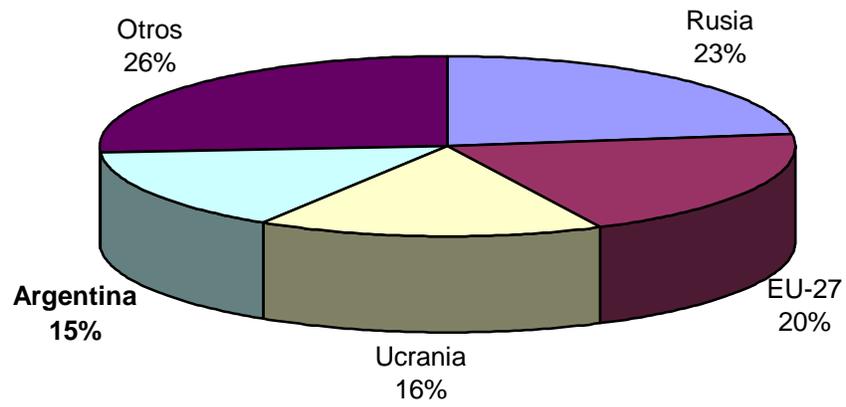
**Producción Mundial de Aceites Vegetales**



Fuente: USDA

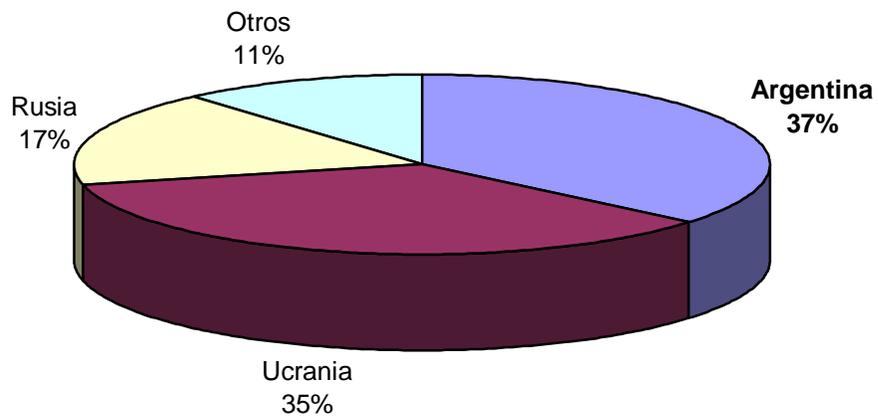
De acuerdo con los datos suministrados por el USDA, Argentina es el cuarto productor de aceite de girasol, detrás de Unión Europea, Rusia y Ucrania, y primer exportador de aceite de girasol.

### Principales productores de Aceite de Girasol



Fuente: USDA

### Principales exportadores de Aceite de Girasol



Fuente: USDA

En Santa Fe se encuentran varias plantas que procesan la semilla de girasol y obtienen aceite. Por los volúmenes producidos, el aceite de girasol es el segundo en importancia, después del aceite de soja. Se procesa el 92% de la producción de girasol argentina. El 75% del mismo se exporta como aceites crudos a granel y harinas proteicas, mientras que el 25% restante, como aceites refinados envasados. De una tonelada de girasol se extrae 40/43% de aceite, 40/42 % de harinas y el resto son desperdicios, fundamentalmente cáscaras. Muchas industrias usan esas cáscaras como combustibles para sus calderas y procesos industriales.

El aceite de girasol, es el aceite comestible más utilizado para la alimentación humana en forma directa en Argentina. En los últimos años el menor valor y mayor disponibilidad del aceite de soja han hecho que este aceite sea el de mayor consumo por habitante y por año (11,1 Kg. vs. 8,8 Kg.). Entre sus características organolépticas principales se pueden citar un sabor suave y un color levemente amarillo. Se usa además en mayonesas, margarinas, aderezos y otros productos industriales y cosméticos.

No sólo tenemos que evaluar las superficies sembradas y las producciones totales por cultivo, sino también la cantidad de materia grasa que puede proveer cada cultivo.

En el caso de las oleaginosas, trabajamos con datos suministrados a través del CIARA, la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina, quien informa los rendimientos en materia grasa de cada cultivo principal. Para los datos del contenido de materia grasa en cereales, se referenció a datos bibliográficos.

Los datos recogidos y que se reflejan en el cuadro siguiente, comprenden el período 2000 – 2006.

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento Aceite (%)</b>
Soja	18,63
Girasol	42,07
Maní	39,18
Lino	29,54
Algodón	16,19
Cártamo	35,80
Colza	43,36
Maíz	4,50-8,50
Sorgo	4,00
Trigo	2,00
Arroz	1,80-3,40

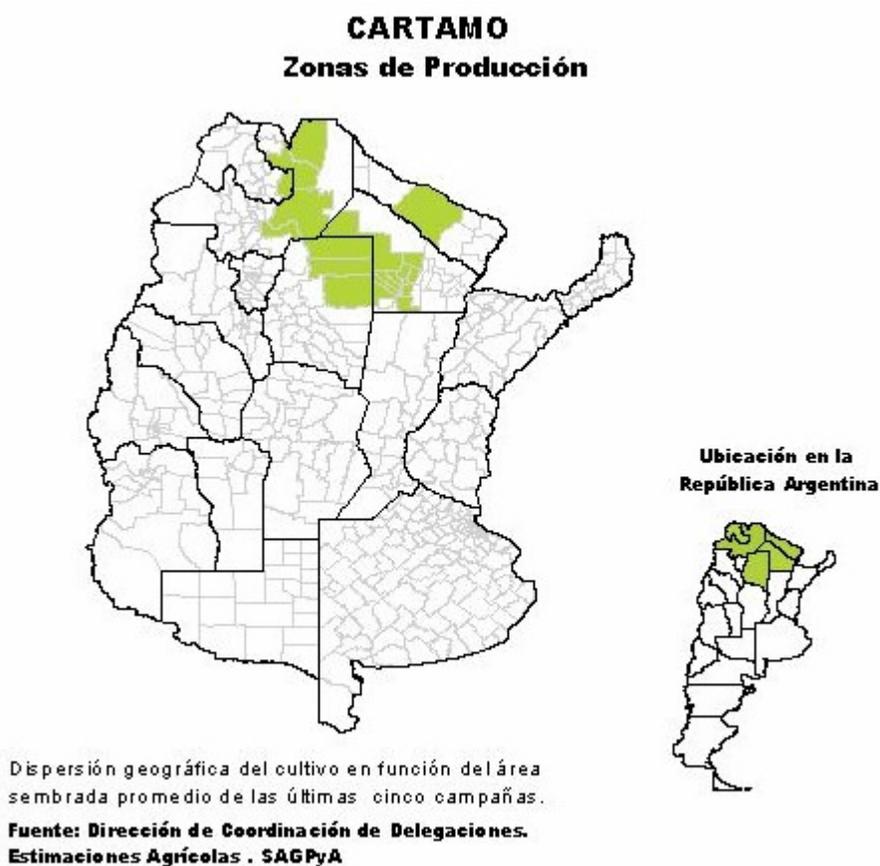
***Rendimientos promedio, en Kg./Ha., década 1996/7-2005/6, Santa Fe y País***

<b>Cultivo</b>	<b>Lugar</b>	<b>Promedio</b>
Soja	Santa Fe	2.665
Soja	País	2.483
Girasol	Santa Fe	1.747
Girasol	País	1.751
Maíz	Santa Fe	6.644
Maíz	País	5.910
Sorgo	Santa Fe	5.063
Sorgo	País	4.698
Trigo	Santa Fe	2.466
Trigo	País	2.406

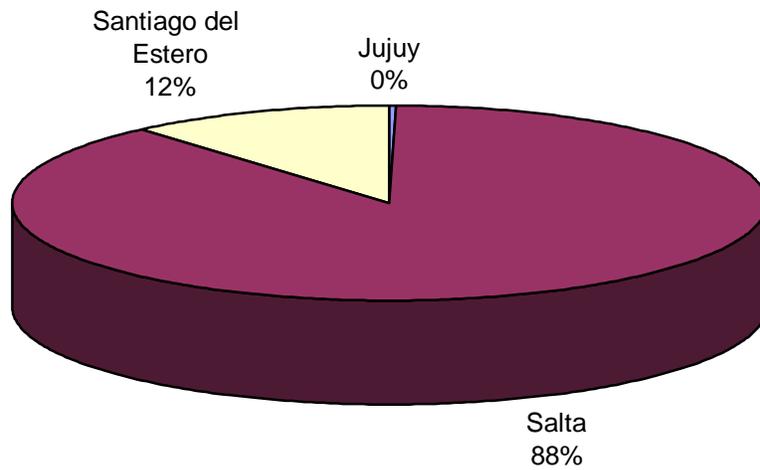
## **2.4.2 Otros cultivos oleaginosos**

### **2.4.2.1 Cártamo**

El cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) se desarrolla en la Argentina en condiciones de aridez. De acuerdo con la información suministrada por la SAGPyA, se la considera como un cultivo de importancia secundaria, usado fundamentalmente como cultivo alternativo en el NOA (principalmente en la provincia de Salta). Recientemente se ha expandido su uso como cultivo de cobertura. Si bien originalmente se lo usaba para obtener un colorante a partir de la flor, actualmente se procesan sus semillas ya que su aceite y las harinas obtenidas en la molienda se usan para el consumo humano, industrial y la alimentación animal.

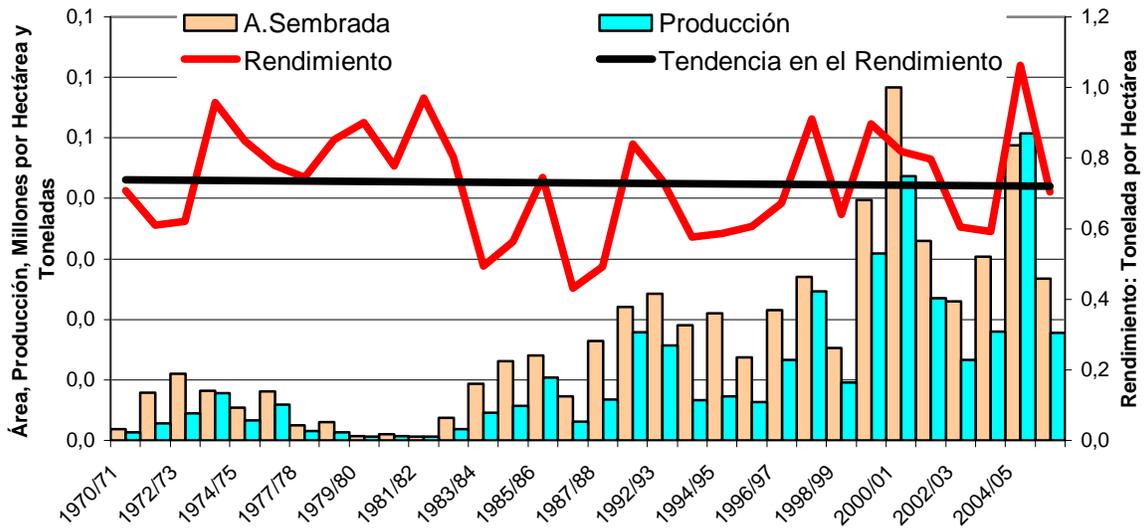


### Producción Nacional: Cártamo



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Cártamo- Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

La mayor área sembrada en la Argentina fue en la campaña 2000/01 con unas 60.000 hectáreas, decayendo más tarde el área sembrada. Al ser usado como cultivo alternativos, los rendimientos promedios a nivel país (660Kg/ha, de acuerdo con AACREA) son inferiores a los rindes promedio mundial (770Kg/ha) y de México principal productor mundial (1660 Kg/ha).

Las exportaciones de aceite de cártamo han ido aumentando en los últimos años, con destino fundamentalmente a la Unión Europea. Los embarques de aceite suelen segregarse en función del contenido de ácidos grasos mono y poli insaturados. Los mismos se clasifican en aceite de cártamo con alto contenido de ácido oleico o de ácido linoléico.

Es un cultivo invernal con un promedio de 150 días (de siembra a madurez fisiológica). En los primeros estadios del cultivo, presenta una alta resistencia a las bajas temperaturas. En nuestro país, como se dijo anteriormente, la producción de cártamo no se encuentra muy difundida. Las provincias con mayor incidencia en la producción nacional son Salta, Santiago del Estero y en pequeña proporción Jujuy. Originalmente se lo sembró en La Pampa, pero después su cultivo migró hacia el norte.

La semilla de cártamo contiene un porcentaje de Materia Grasa que varía entre el 34 y el 36%. La harina resultante posee un 23-24% de proteína. Se la suele mezclar con otras harinas similares como la del girasol o se la consume como tal, en la obtención de alimentos balanceados.

El aceite producido en la Argentina se exporta casi en su totalidad, siendo la principal procesadora y exportadora la firma Bunge. De acuerdo con datos de la CIARA, de la molienda se obtiene un promedio de 34% de aceite y un 61% de pellet. La obtención de aceite es por presión, no usándose el método de extracción por solventes. Debido al alto valor alimenticio del aceite con alto contenido de ácido linoléico, no se usan aditivos durante su refinación.

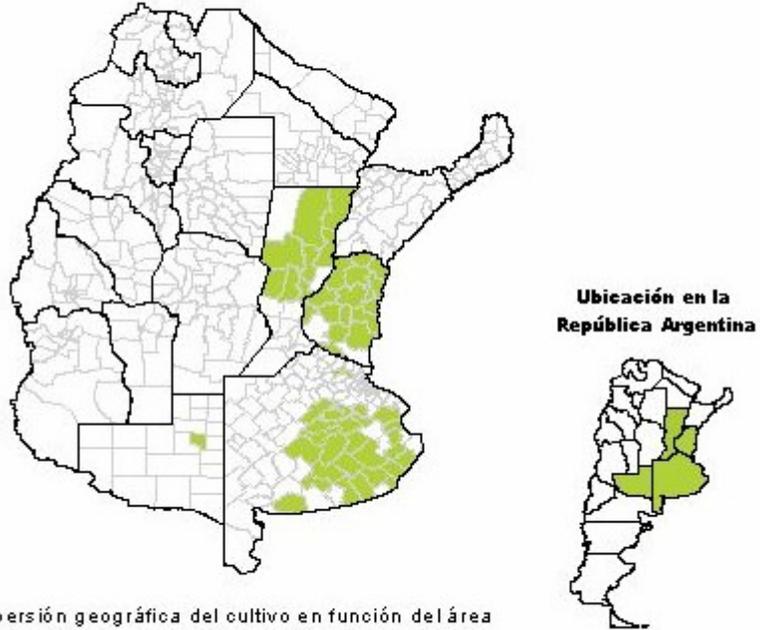
En la industria, el aceite se utiliza para la elaboración de pinturas, esmaltes, revestimientos y jabones, por pertenecer a los aceites secantes y semi-secantes. Por otra parte, puede ser utilizado también para la producción de biocombustibles.

#### **2.4.2.2 Lino**

El Lino (*Linum usitatissimum*) es un cultivo anual, de ciclo invernal. Muy difundido en el siglo pasado en la Argentina, el área sembrada llegó a ocupar más de un millón de hectáreas. Por diversos motivos, fundamentalmente la aparición de substitutos sintéticos para uso industrial, causaron que el área sembrada disminuyera en forma abrupta, habiéndose sembrado en el último trienio un promedio de 20.00 hectáreas. Su uso principal es como aceite secante en la industria de pinturas y óleos.

Actualmente su mayor difusión es la provincia de Entre Ríos (94% de la producción nacional) seguida muy de lejos por la provincia de Santa Fe, Córdoba y Corrientes.

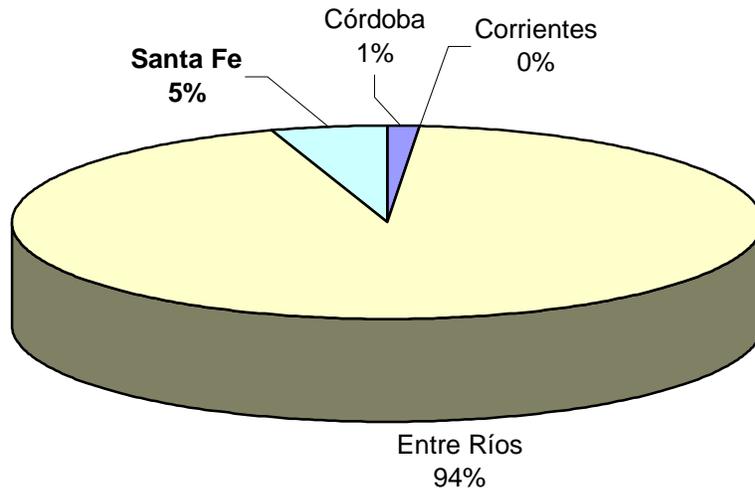
## LINO Zonas de Producción



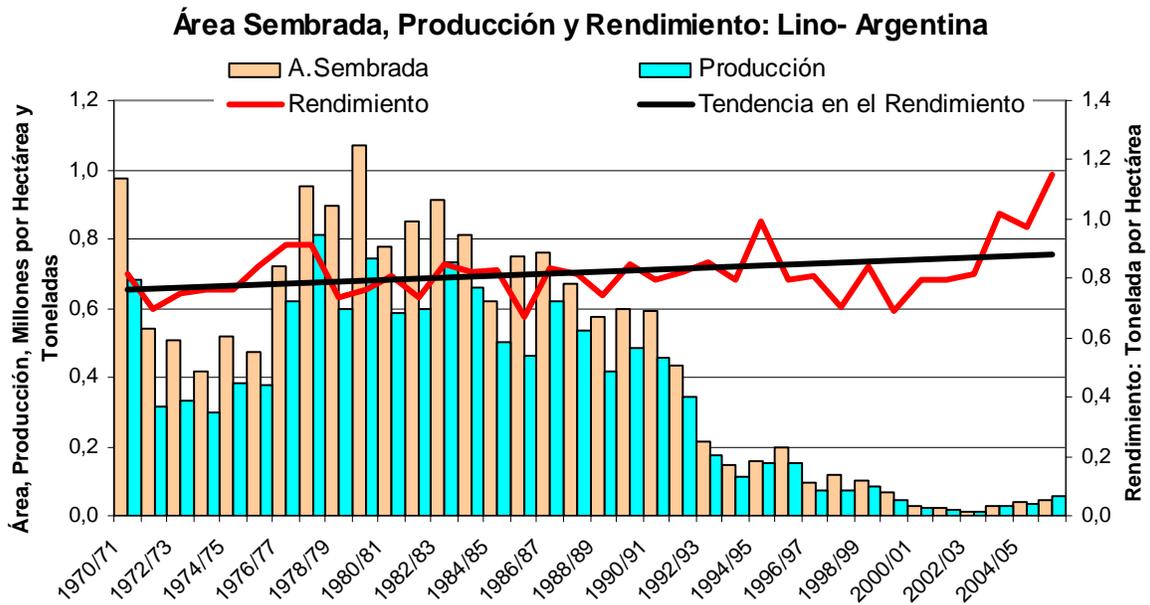
Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas.

**Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones. Estimaciones Agrícolas . SAGPyA**

## Producción Nacional: Lino



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

La semilla del lino presenta una gran variabilidad en el contenido de materia grasa, observándose lotes que varían entre un 34% y un 47%. Lo mismo sucede con la proteína, ya que se midieron valores que variaron entre el 20,0% y el 30,0 %.

El aceite de lino es rico en ácidos poli insaturados. El ácido linolénico representa la mayor proporción, con valores de hasta un 65 % del total de ácidos grasos. Como subproducto del proceso de extracción de aceite, se obtiene el expeller de lino que se destina a la exportación o a la alimentación animal. Si bien el contenido de proteína es inferior al de las harinas de soja, este expeller es rico en metionina, aminoácido esencial de baja presencia en las harinas de soja.

La molienda de lino produce un 33% de aceites y un 64% de expeller. En nuestro país, en los últimos años, éstos fueron levemente menores para el aceite (29%) y mayores para los expellers (67%). El porcentaje de la producción que se destina a

molienda ha venido disminuyendo con el pasar de los años, llegando en el 2004 a sólo el 17,5%, según AACREA<sup>12</sup>.

Actualmente se usa la semilla de lino en usos dietéticos, como fuente de ácidos poli insaturados esenciales para la salud humana. También se los uso como suplemento en la alimentación animal “premium”, (alta proporción de ácidos omega-3 de sus semillas), para obtener productos finales bajos en colesterol.

#### **2.4.2.3 Maní**

El maní (*Arachis Hypogea*) es una planta originaria de América del Sur, existiendo un centro de dispersión de germoplasma en la región Andina comprendida entre el NO de Argentina y el SO de Bolivia. Es una planta de la familia de las leguminosas y tiene como particularidad que entierra sus frutos.

La producción y comercialización del maní tiene dos destinos: a) como materia prima de la industria aceitera “maní industria” (producción de aceite y pellets de esta oleaginosa), y b) para consumo humano directo “maní confitería”.

Como parámetros de calidad para el maní industria se toman el contenido de materia grasa y su acidez, mientras que para el maní confitería se consideran la sanidad, limpieza, tamaño, ausencia de aflatoxinas, etc.

El cultivo de maní en la Argentina ha evolucionado en las últimas décadas de forma cíclica. Dicha evolución se ha debido a diversos factores entre los que se pueden citar:

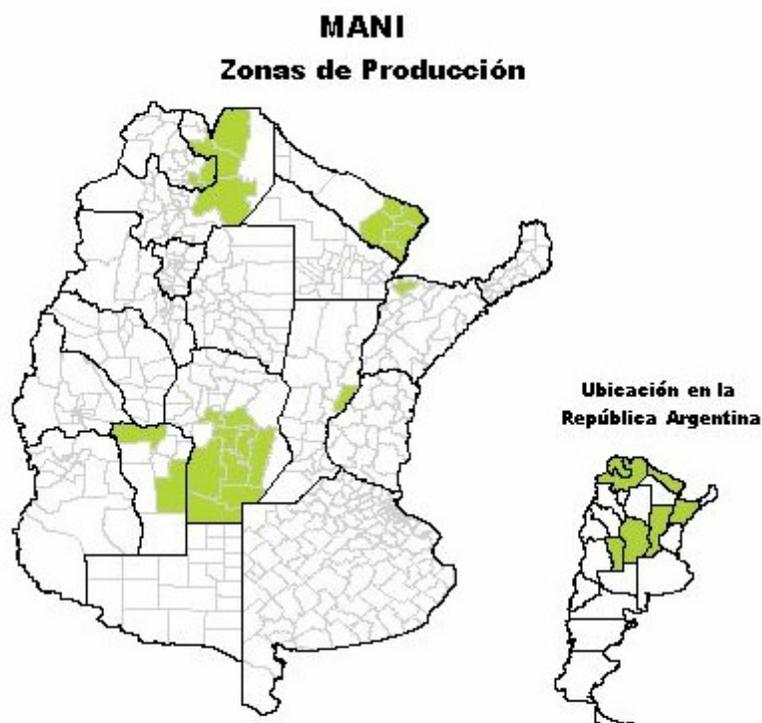
- a. Cambio del destino de la producción: de la producción de aceites a la producción de maní tipo confitería.
- b. Aparición y avance del cultivo de la soja.
- c. Cambio en el destino de la producción (del mercado interno al mercado externo) y por lo tanto de las variedades y tipo de maní.

---

<sup>12</sup> Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación

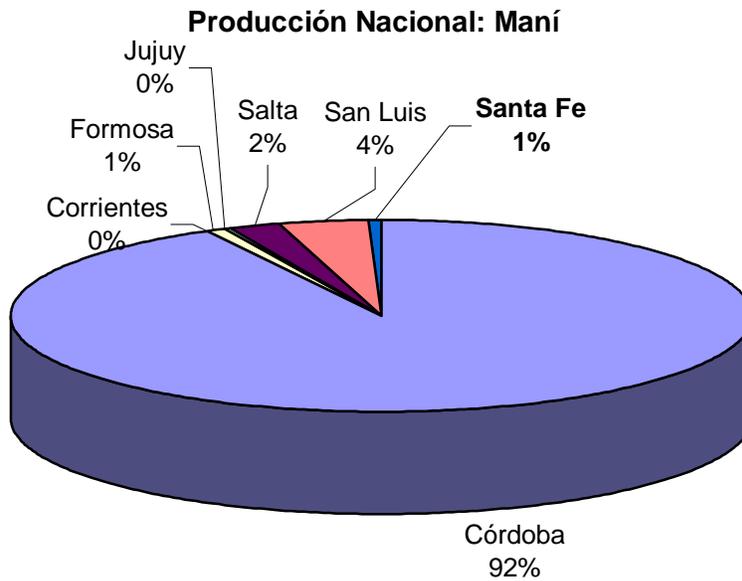
d. Necesidad de cuidar el recurso suelo.

Estos factores no solo influyeron sobre la producción primaria del cultivo sino también a todos los demás eslabones que constituyen su cadena de producción. En la actualidad el área de siembra está circunscripta al centro/sur de la provincia de Córdoba, con un corrimiento hacia la provincia de San Luis. De acuerdo con la información suministrada por la SAGPyA, en las últimas tres campañas agrícolas, la provincia de Córdoba concentró el 92% del área sembrada con esta oleaginosa. La zona productora de maní se concentraba en las localidades cordobesas de Gral. Deheza y General Cabrera.



Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas.

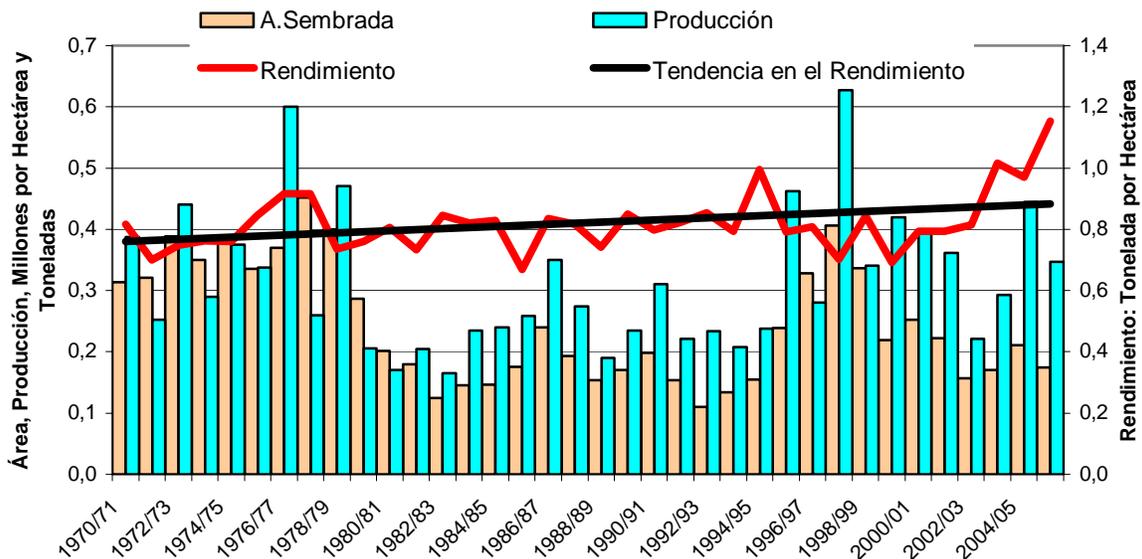
**Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones.  
Estimaciones Agrícolas . SAGPyA**



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

El área sembrada con maní nos muestra este efecto cíclico. El área sembrada y la producción mostraron un franco incremento hasta la campaña 1997/98 en la que se superaron las 406 mil hectáreas y las 625 mil toneladas; posteriormente se produjo un declive hasta que en la campaña 2002/03 se sembraron sólo 157 mil hectáreas.

### Área Sembrada, Producción y Rendimiento: Maní- Argentina



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos- SAGPyA

Como la aptitud de comercialización del maní está principalmente afectada por las condiciones climáticas al momento de la cosecha, los lotes que cumplen las exigencias de limpieza, tamaño y sanidad adecuadas se destinan a confitería y elaboración de pasta de maní. El maní confitería es de dos tipos o variedades: Runner y Cáscara colorada. Los mercados externos son firmes demandantes de maní tipo Runner, con bajos niveles de aflatoxinas y calibraciones (cantidad de granos de maní que ocupan un determinado volumen). El tipo cáscara colorada se destina fundamentalmente al mercado interno ya que es el tipo de maní que este mercado solicita.

El resto de la producción se destina a su molturación para la obtención de aceite de maní, producto de alta demanda y precio en los mercados internacionales, pero que es casi desconocido en nuestro mercado. En general su materia prima es el descarte de la industria de maní confitería ya sea por su tamaño muy pequeño, por estar dañada o por presentar aflatoxinas.

La producción de aceite no es constante, presentando un comportamiento errático por lo citado anteriormente. Los datos relevados por la SAGPyA y la CIARA indican que se muele con destino a la industria aceitera entre un 35 y un 50% de la producción total.

Argentina ha ocupado una posición importante en la exportación de aceite de maní a nivel mundial. El aceite de maní se extrae a través de un sistema de doble prensado, con posterior extracción por solventes. Su principal uso es como aceite mezcla, mantecas o como saborizantes en las industrias de confiteras y de panificación. En el año 2004 se produjeron más de 42.600 toneladas de aceite, de las cuales más de 40.000 se exportaron.

La harina de extracción se pelletiza y se usa en la alimentación animal debido a su alto contenido en proteínas.

Casi el 100 % de la industrialización del maní y de la obtención del aceite, se encuentran en la provincia de Córdoba. A nivel mundial, históricamente, el precio del aceite de maní sólo ha sido superado por el precio del aceite de oliva, condición esta que hace inviable económicamente su uso como materia prima para bio diesel.

## **2.5 Resumen**

Los biocombustibles provienen de la biomasa o materia orgánica. La biomasa es una fuente de energía renovable, pues su producción es mucho más rápida que la formación de los combustibles fósiles.

Para la obtención de bio combustibles se pueden usar especies vegetales con un alto contenido de carbohidratos, o de materias grasas, o las esencias forestales.

Los bio combustibles más importantes en la actualidad, son aquellos que pueden transformarse en líquidos por las ventajas de uso que posee este estado físico.

El etanol puede obtenerse directamente de la fermentación del azúcar o de la sacarificación y posterior fermentación de los almidones. El cultivo para la obtención puede ser tanto la caña de azúcar, la remolacha azucarera (u otros tubérculos con características similares) o los cereales (fundamentalmente el maíz).

Debido a las características actuales de la producción en la provincia de Santa Fe, en este trabajo se estudia la obtención de bio etanol a partir del maíz. Los dos procesos industriales más comunes para la obtención de etanol de maíz son los denominados por “molienda seca” y por “molienda húmeda”.

En este capítulo se hace una breve descripción de los principales cultivos para la obtención de etanol (maíz, sorgo, trigo y caña de azúcar), detallando las zonas de producción en el país, la participación de la provincia de Santa Fe, el área sembrada, la producción y el rendimiento unitario, tanto en dicha provincia como en el total nacional.

El proceso de obtención de un bio diesel a partir de un aceite vegetal se describe con mayor profundidad. Al igual que en el caso del bio etanol, se hace una breve descripción de los principales cultivos para la obtención de bio diesel, haciendo hincapié en la producción de soja, por la importancia del clúster de molienda sojero en nuestra región de la provincia de Santa Fe.

Por la importancia para su uso como combustible, también se presta atención a la composición química (fundamentalmente de ácidos grasos) y propiedades físico químicas de los aceites de los principales cultivos oleaginosos. Se consideran tanto los cultivos oleaginosos principales (Soja, Girasol y Colza) como algunos

otros considerados secundarios por su baja o nula producción en la provincia de Santa Fe (Cártamo, Maní, Lino). En este estudio se detallan las zonas de producción en el país, la participación de la provincia de Santa Fe, el área sembrada, la producción y el rendimiento unitario, tanto en dicha provincia como en el total nacional.

### **3. Matriz energética**

A continuación analizaremos la composición de la matriz energética mundial, la de nuestro país y la de la nuestro potencial comprador de bio diesel, la Unión Europea. Estos tienen un común denominador, dependen en gran parte de energías no renovables.

Con la incorporación del bio diesel (obtenido a partir de aceites vegetales o grasas animales), el bio etanol (obtenido a partir de caña de azúcar, cereales o biomasa) y el biogás (obtenido a partir de residuos orgánicos), existe la posibilidad de modificar la composición de esas matrices energéticas, logrando beneficios no solo en materia de disminución en la dependencia de la energía fósil, sino también, lograr una oferta de energía que pueda atender un crecimiento sustentable de la actividad económica.

### **3.1 Nivel Mundial**

De acuerdo a las cifras suministradas por la Agencia Mundial de Energía, la matriz energética mundial, aproximadamente, se compone de: Petróleo 35,3%, Carbón 23,2%, Gas Natural 21,1%, Biomasa 7,8%, Nuclear 6,5%, Hidroeléctrica 2,2%, Otros 2,2%, y Biocombustibles 1,7 %.

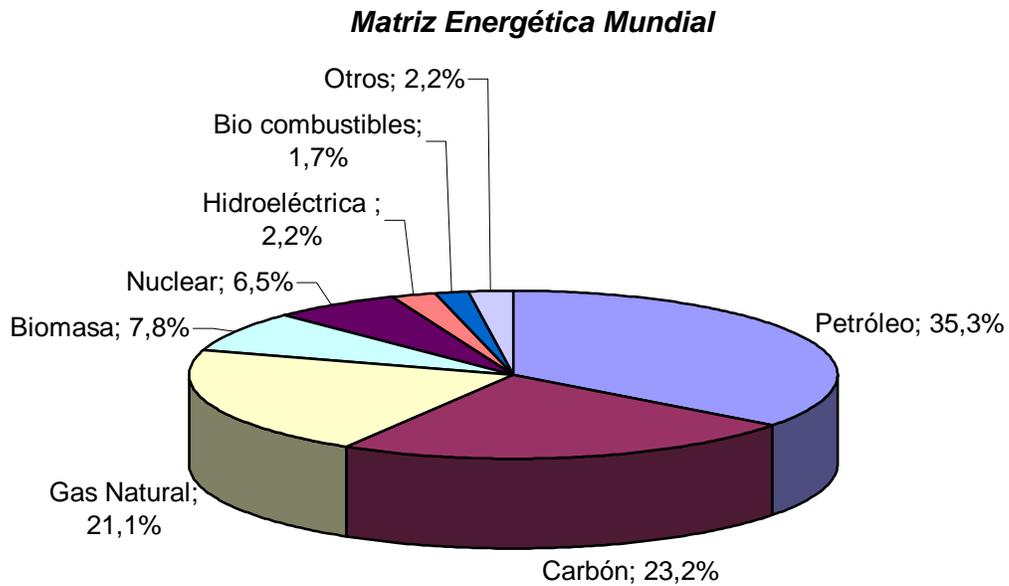
Clasificándolo en función de su origen tendríamos que:

- Energías fósiles (Petróleo – Gas – Carbón), 79,6%
- Energías renovables (Hidráulica; Eólica; Solar; Biomasa; Biocombustibles), 14,9%
- Energías de fisión (Nuclear: Uranio o Plutonio): 6,5%

Dicha matriz esta expresada en “energía bruta”, y no en energía efectivamente disponible por el usuario final (ya sea como iluminación, calor, fuerza motriz, etc.). De acuerdo con la misma agencia citada anteriormente, un 32% aproximadamente de la energía bruta, se pierde en este proceso (pérdidas de las redes de alta tensión, transformación de la energía, refinación, etc.). De acuerdo con estudios europeos, las pérdidas son mayores en función de:

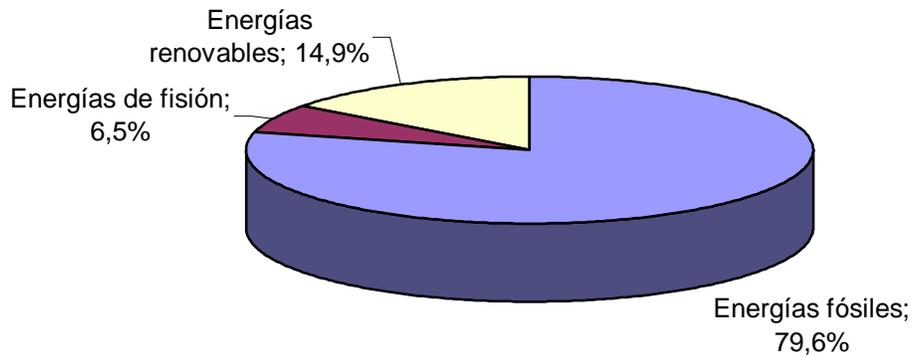
- Centralización de la generación de energía.

- Tipo de energía (aquellos países que dependen más de la energía eléctrica, tienen más pérdidas que los que dependen de energías basadas en el petróleo, el gas y el carbón).
- Tecnologías de transformación y de uso de la energía.



Fuente: Agencia Mundial de Energía

### Matriz Energética Mundial por Origen

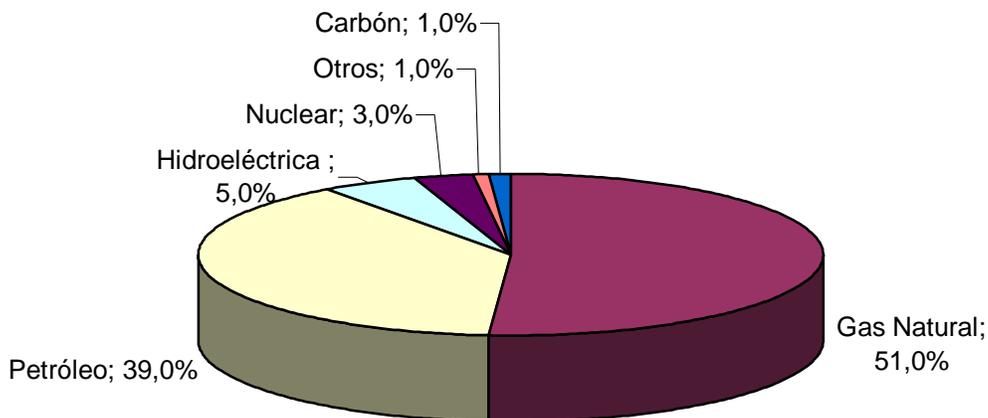


Fuente: Agencia Mundial de la Energía

### 3.2 Argentina

La matriz energética argentina, de acuerdo con los datos suministrados por la Secretaría de Energía de la Nación, se compone de, Gas 51%, Petróleo 39%, Carbón 1%, Hidráulica 5%, Nuclear 3% y Otros 1%.

### Matriz Energética Argentina

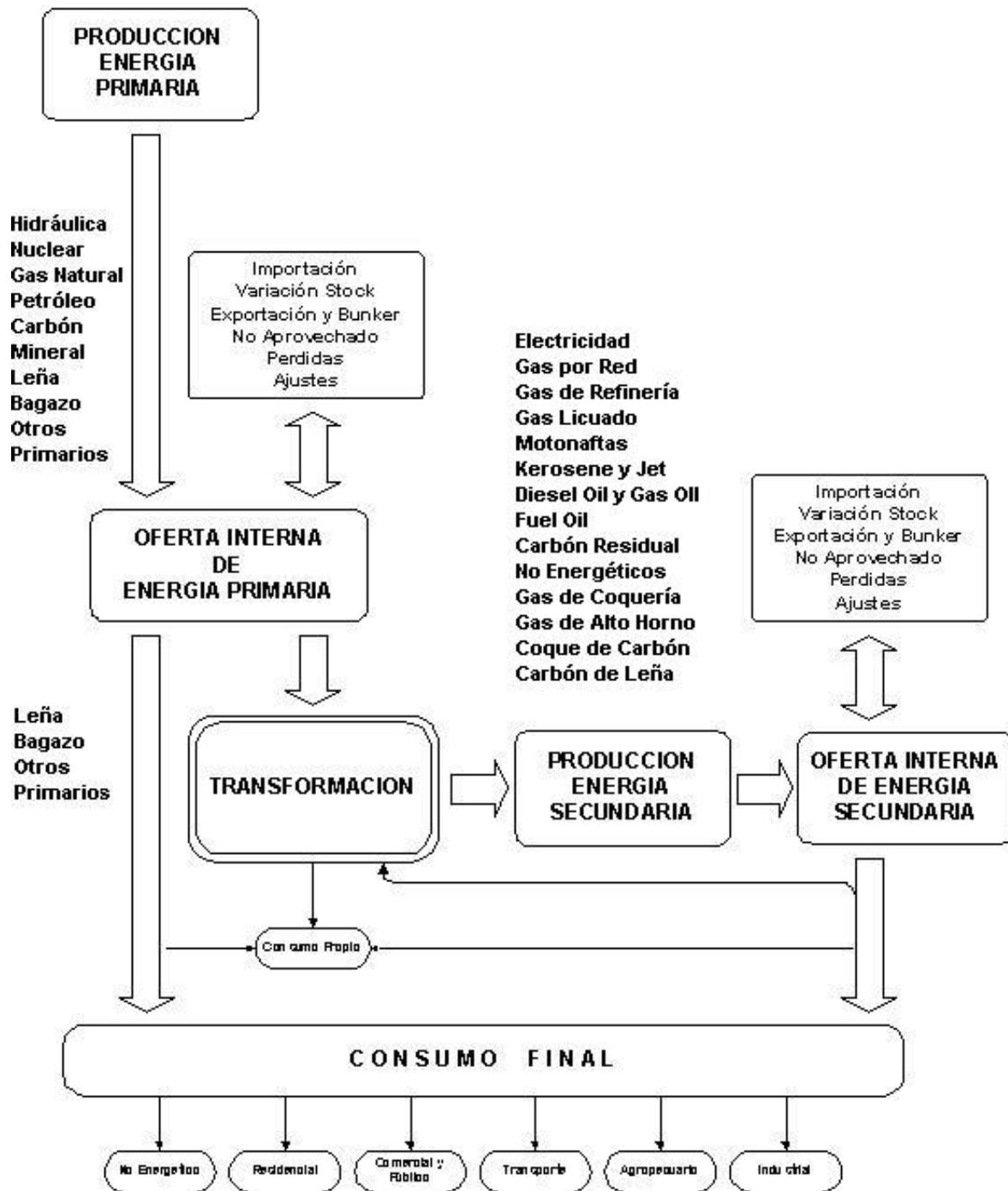


Fuente: Agencia Mundial de la Energía

De acuerdo con la matriz energética argentina, el mayor porcentaje del consumo de petróleo es bajo la forma de gas oil. Además:

- a. el consumo de gasoil/diesel, estimado para el año 2007, es de 13 millones de toneladas, con un equivalente calórico de 143 GCal.
- b. El consumo del sector cargas, ferrocarriles y agropecuario, representan un 52% de ese consumo, es decir 6,8 millones de toneladas.
- c. La producción de aceites superó los 7,8 millones de toneladas durante el año 2006. Si suponemos un consumo de 25 kilos de aceite por habitante/año, el consumo de aceite total estará en alrededor de 0,8 millones de toneladas al año, quedando 7 millones para su transformación.
- d. El valor calórico del biodiesel es aproximadamente un 12% inferior al del petro diesel, por lo que estos 7 millones de toneladas equivalen a 68 GCal, o un 90%, aproximadamente, del total requerido por el sector, pero permitiendo reemplazar la totalidad del diesel/gas oil importado actualmente.

Con el propósito de observar el conjunto de relaciones en equilibrio que ponen de manifiesto todos los mecanismos por los cuales la energía se produce, transforma, consume, etc. en la Argentina, la Secretaría de Energía de la Nación, confeccionó un diagrama de flujo en el que las flechas representan los flujos de energía, y los bloques representan producciones, intercambios, procesos de transformación, consumos de energía, etc. Tal esquema podemos apreciar seguidamente:



Fuente: Agencia Mundial de la Energía

### **3.2.1 Situación Actual de la Energía en Argentina**

La combinación de un invierno más crudo de los últimos 40 años, sequía en el Comahue, indisponibilidad térmica superior al promedio y el crecimiento importante de la demanda, hicieron que la Argentina enfrentara a mediados de este año la mayor crisis energética en los últimos 15 años.

Para paliar esta situación el gobierno argentino restringió exportaciones de gas a Chile, importó combustibles líquidos para el parque térmico y energía, fundamentalmente de Brasil. Por el lado de la demanda, se restringió únicamente el consumo a grandes usuarios de 16 a 24 hs. en 1.200 MW durante más de 60 días (sin esta restricción la demanda máxima habría alcanzado 19.000 MW, que es la potencia máxima que puede generar el sistema en condiciones normales) consiguiendo así, el objetivo de no restringir el suministro a usuarios residenciales.

Esta falta de energía (producto de la falta de inversiones en el sector y crecimiento en la demanda) llevó a la necesidad, por parte del gobierno, de dar inicio a un conjunto de proyectos e inversiones para ampliar la oferta energética como se muestra a continuación.

- Cierre de los ciclos Campana y Timbues: 600 MW (Inicio 2009)
- Ingreso Generadores Necochea, Córdoba, Sauce Viejo, Ensenada y Campana: 1050 MW. (Fines 2008 a principio 2009)
- Aumento Cota Yacyretá: 1200 MW. (2009/2010)
- Atucha II: 745 MW. (Octubre 2010).

Inversiones públicas y privadas programa Energía Plus.

- Aluar - Ciclo Combinado De 450 Mw (En Construcción)
- Cierre Ciclo Combinado Loma De La Lata - 180 Mw (Contratado) (Junio 2010)
- Guemes - 1 Tg Modelo Lm S De 100 Mw Eficiencia De 47 % (Contratado) (Fines Del 2008)

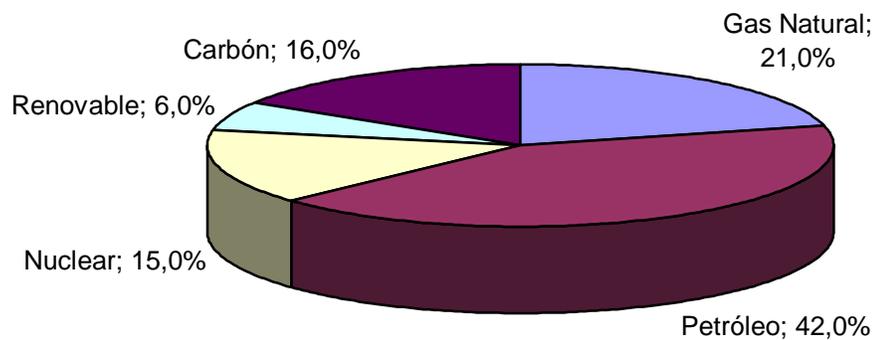
- Pilar - Ciclo Combinado De 510 Mw (En Licitación)
- Mar Del Plata - Ciclo Combinado De 185 Mw (Licitación Abierta)
- Villa Gesell - 1 Tg De 60/75 Mw (Licitación Abierta)
- Cierre Ciclo Combinado Pluspetrol - 120 Mw (En Estudio)
- Ciclo Combinado Dolavon 400 Mw(En Estudio)

A pesar de estas iniciativas en materia energéticas, los proyectos de energías alternativas y de biocombustibles, cobran una importancia significativa para ayudar a evitar crisis en el futuro.

### **3.3 Unión Europea**

La Unión Europea depende energéticamente del resto del mundo. Dicha matriz esta conformada con el 16% de carbón y combustibles minerales sólidos; el 42% de petróleo y derivados; el 21% de gas natural; el 15% energía nuclear y el 6% de energías renovables.

***Matriz Energética Unión Europea***



Fuente: Comisión Europea

La demanda mundial energética para el año 2020, teniendo en cuenta el crecimiento demográfico<sup>13</sup> y un crecimiento anual de la economía mundial, acercándose al 3,5% durante los dos próximos decenios, se estima en 15.000 millones de toneladas equivalente de petróleo (tep). Recordemos que la demanda en el año 2000 fue de 9.300 millones de tep<sup>14</sup>.

De acuerdo con los informes de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), sólo se podría cubrir un 65% de esta demanda, de acuerdo con la producción actual. En el caso de que la producción de los pozos petroleros del Mar del Norte decaiga a la tasa actual su producción, y de mantenerse la actual tendencia de demanda de la Unión Europea, esta pasará de importar un 50% de lo que consume, a un 70%, con un incremento muy marcado de la dependencia del gas natural ruso.

### **3.4 Energías Fósiles**

Tanto a nivel nacional como internacional observamos que existe una altísima dependencia con las energías fósiles. Este dato no es menor sobre todo cuando las proyecciones de producción, de este tipo de energía, vienen en descenso.

La Asociación para el Estudio del Cenit del Petróleo y el Gas (ASPO)<sup>15</sup> realizó un estudio en el que compara la producción de petróleo con el descubrimiento pasado y potencial. Gráficamente se advierte que los índices globales del descubrimiento del petróleo han estado bajando desde antes en la década de los sesenta, como ha sido confirmado por Exxon Mobil<sup>16</sup>. Los mayores descubrimientos, que son responsables aproximadamente de la mitad de la producción actual del mundo, fueron descubiertos en las décadas de los 40, 50, 60, y 70. Luego de este último período no se han encontrado zonas de tamaño

---

<sup>13</sup> Se proyecta una población mundial de 8.000 millones de habitantes

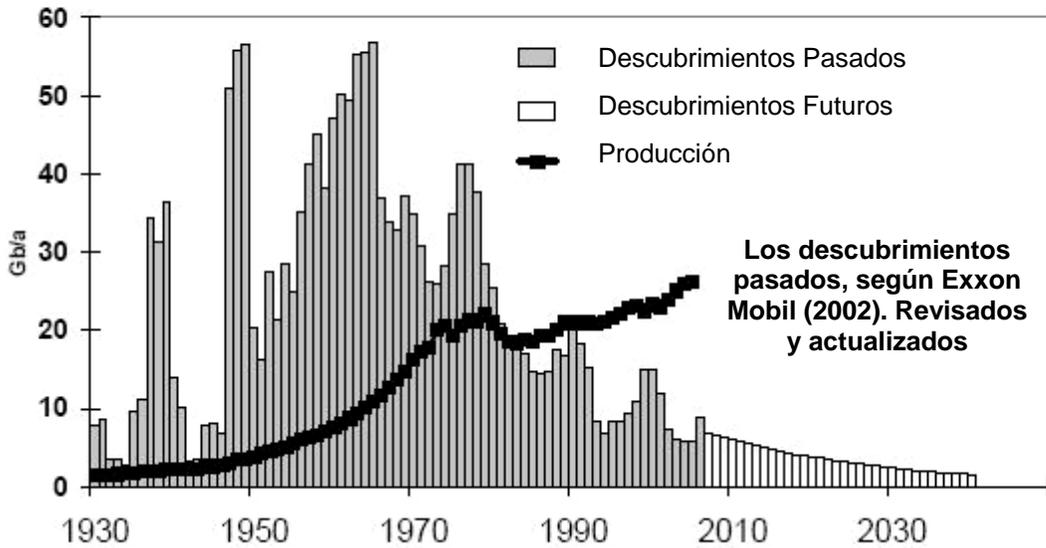
<sup>14</sup> La Agencia Internacional de la Energía (AIE) expresa sus balances de energía en una unidad común que es la "tonelada equivalente de petróleo" (tep). Una tep se define como 107 Kcal.

<sup>15</sup> Association for the Study of Peak Oil

<sup>16</sup> Exxon Mobil es líder mundial en el negocio petrolero. La facturación y las ganancias son de 67.600 y 5.440 millones de dólares respectivamente.

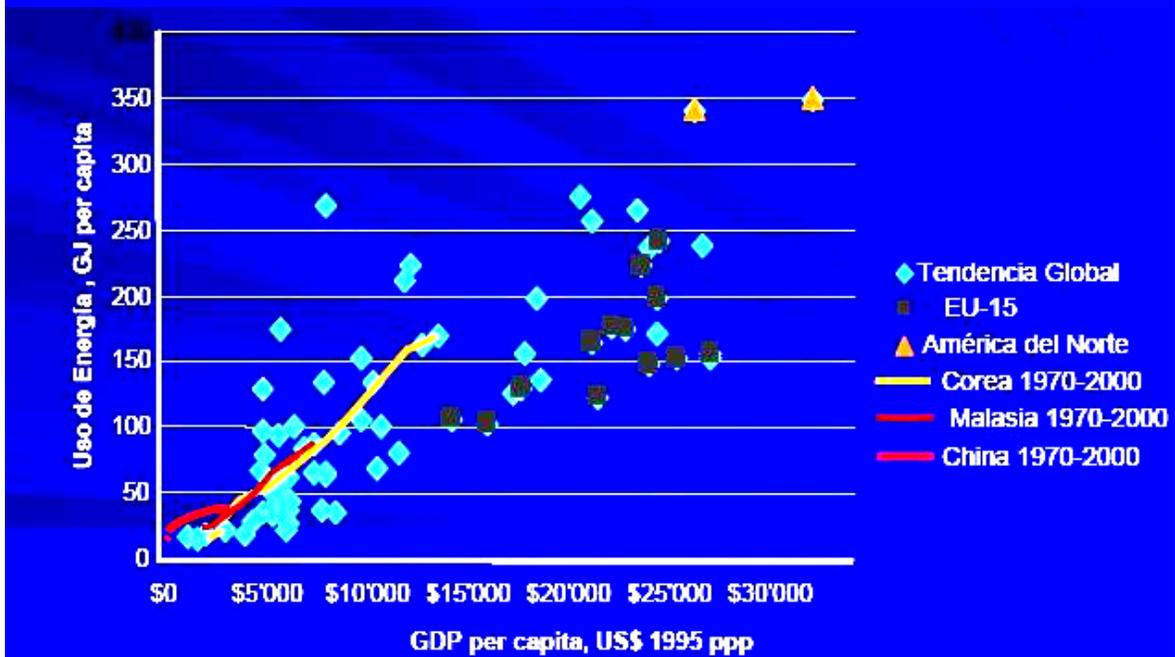
comparable en el pasado. Todo lo contrario, el descubrimiento en años recientes ha sido en zonas mucho más pequeñas, que se agotan relativamente rápido. Este análisis pone en manifiesto el carácter no renovable que tiene el petróleo.

**Producción de petróleo versus descubrimiento de petróleo**



Fuente: ASPO

**Crecimiento y consumo energético están directamente relacionados**



Fuente: Maizar

Nos encontramos ante una etapa de demanda mundial creciente de energía. Si bien el surgimiento de Japón y de los primeros tigres asiáticos, generó un impacto importante de demanda de energía, las crecientes demandas por parte de China e India ya han superado las generadas por los países citados en primer término. El crecimiento económico de estos dos países, el mayor bienestar económico de su población (que significan más del 40% de la población mundial) y una mayor presencia política mundial, se van a traducir en una demanda energética creciente.

Teniendo en cuenta que crecimiento económico y la demanda de energía posee una correlación positiva (a medida que crecen las economías de mundo mayor es la necesidad de energía para satisfacer ese crecimiento) y que la estructura de la matriz energética mundial y de Argentina dependen fundamentalmente de energías no renovables, tal como mencionamos anteriormente, la producción de energías renovables, y en especial los biocombustibles, cobran mayor relevancia.

Desde hace unos años asistimos al debate sobre los gases, las emisiones, que causan el efecto invernadero<sup>17</sup>. Los precios de los combustibles fósiles no habían alcanzado los niveles actuales, por lo que este debate no permitía su direccionamiento hacia fuentes de energía alternativas o por lo menos de transición. El alza continua de los precios del petróleo y una perspectiva política distinta (fundamentalmente la inestabilidad política o la falta de certeza de cumplimiento de los contratos de aprovisionamiento por parte de los países proveedores) han hecho que los países centrales busquen fuentes alternativas de energía.

En estos últimos tiempos ha surgido la discusión sobre la posibilidad de que los recursos alimentarios del mundo sean derivados para la producción de

---

<sup>17</sup> Se llama efecto invernadero al fenómeno por el que determinados gases componentes de una atmósfera planetaria retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Dicho Efecto se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana. Este fenómeno evita que la energía del Sol recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

combustibles. Existe una catarata más ideológica que científica, que nos dice que la población mundial va a sufrir una hambruna casi bíblica ya que no se producirán alimentos sino combustibles para aquellos que puedan pagarlos. Como bien se ha dicho, sobreabundan los adjetivos.

Es por esto fundamental dejar aclarado que los bio combustibles son substitutos de los combustibles fósiles convencionales, y que tienen origen biológico. No son una panacea, son parte de la solución al problema energético que enfrenta el mundo. Son una alternativa productiva ya que al poder ser generados localmente, bajan los costos de producción, y al poder usar distintos productos para su generación, pueden ocupar espacios agrícolas inexistentes hoy. Esta expansión de la frontera agrícola no puede sino incrementar la oferta laboral y extender el bienestar económico.

### **3.5 Resumen**

La matriz energética mundial presenta una alta dependencia a los combustibles fósiles, fundamentalmente el petróleo, el carbón y el gas.

La matriz energética argentina presenta una mayor dependencia a los combustibles fósiles, con la característica de que el carbón presenta una participación casi nula, mientras que el mayor componente de la misma es el gas.

A su vez, el mayor consumo de petróleo se da bajo la forma de gas oil. Esto hace que la sustitución, aunque sea en forma parcial de gas oil por un combustible renovable como el bio diesel, permitirá disminuir la contaminación ambiental y la formación de gases de efecto invernadero, y paliar las crisis energéticas como la vivida a mediados del año 2007.

En la Unión Europea, la matriz energética también depende de los combustibles fósiles, aunque con dos características casi únicas: la alta dependencia a suministros energéticos externos a la UE (50 % del total del consumo) y la alta participación de la energía nuclear (16 % del total).

La caída marcada en la relación “descubrimientos de yacimientos de petróleo” / “consumo de petróleo”, y la tasa creciente en el consumo de energía en los países en vías de desarrollo, fundamentalmente China e India, hacen que la producción de energías renovables, y en particular los bio combustibles, alcancen una singular importancia para el mundo y para la Argentina.

Hay que dejar claro una cosa, los biocombustibles no vienen a sustituir a los combustibles fósiles, simplemente ayudan a incorporar a la matriz energética mundial otra fuente de energía, logrando así, disminuir la dependencia con el petróleo.

#### **4. El por qué de los bio combustibles**

El uso de biocombustibles descansa fundamentalmente en dos argumentos. Primero, su aporte a la reducción de la contaminación, principalmente del efecto invernadero. Segundo, la sustitución de combustibles no renovables, derivados del petróleo. Existe a su vez una serie de factores, algunos de ellos relacionados con los testimonios anteriores, que ayudan explicar su utilización. Los mismos son:

- El cumplimiento de los Protocolos de Kyoto: Reducción mundial de la emisión de gases de invernadero.
- Las actas de “Aire Puro” tanto de los Estados Unidos como de la Unión Europea: uso de oxigenantes en las naftas.
- Amistosos con el medio ambiente.
- Se pueden producir prácticamente en todos los países.
- No están tan afectados por cambios políticos.
- Mejoran las economías regionales.
- Independencia energética.

#### **4.1 Ventajas de los Bio Combustibles**

Los bio combustibles pueden pensarse como el producto resultante de un convertidor de energía solar, que funciona con CO<sub>2</sub>, Agua y otros nutrientes, mediante la fotosíntesis. La fotosíntesis “captura” la energía solar para producir un hidrocarburo: los azúcares, los aceites vegetales o el almidón.

Las plantas usan el CO<sub>2</sub> para formar el material orgánico, y el mismo es liberado cuando los mismos materiales son usados como fuente de energía.

La fotosíntesis no es propiedad exclusiva de los vegetales; la misma es efectuada por diversos tipos de organismos, desde las bacterias a las plantas. La energía es provista por la luz, que es absorbida por diversos pigmentos como las clorofilas y los carotenos.

En nuestro trabajo vemos que a través de la fotosíntesis, la energía del sol se transforma en un combustible líquido, que a través de distintos procesos puede ser usado por motores de ignición o de compresión.

Como la cantidad de energía que llega a la tierra es muy baja por unidad de superficie y tiempo, este proceso necesita dos elementos sumamente importantes: Tierra y disponibilidad de horas de sol. Las plantas deben plantarse en áreas extensas y ser ventajosas del punto de vista económico para poder “competir” con otros cultivos o demandas.

Entre las ventajas que se citan, podemos enumerar:

**a- Configuración de un sistema más amigable con el medio ambiente**

Los efectos visibles de un probable cambio climático a nivel mundial, generan una demanda ambiental por combustibles no contaminantes y renovables. Pero por otro lado esa misma demanda no parece dispuesta a sacrificar sus niveles de confort ni a pagar erogaciones mayores por la disponibilidad de energía.

De acuerdo a información suministrada por el Godard Institute de la NASA, el monóxido de Carbono (CO) es un contaminante que afecta al metano, al dióxido de Carbono y al Ozono que se sitúan en la troposfera. Juega, por lo tanto, un rol en la contaminación del aire y en el cambio climático, y esto es causado por varias causas en muchas partes del mundo.

El CO puede permanecer un mes en la atmósfera y puede ser transportado largas distancias, aunque no alcanza una distribución uniforme. Las observaciones de la NASA lo vienen detectando desde hace varios años, por lo que ya hay información para evaluar y entender la contaminación del aire.

Entre las causas que se detectaron para su presencia están el consumo de combustibles fósiles. El incremento en el consumo de los mismos puede afectar

potencialmente de forma muy marcada la calidad del aire, sobre todo en las áreas más densamente pobladas.

El nivel actual de gases de invernadero en la atmósfera es el equivalente de aproximadamente 430 ppm de CO<sub>2</sub>, comparado con los 280 ppm existentes antes de la Revolución Industrial. Estas concentraciones, de acuerdo con el Informe Stern<sup>18</sup> de la Unión Europea, causaron un incremento de la temperatura del mundo de más de medio grado Celsius y puede causar un incremento similar en las próximas décadas, debido a la inercia existente en el sistema climático. Se calcula que la concentración de gases de invernadero en la atmósfera puede duplicar para el 2050, los niveles previos a la Revolución industrial (550 ppm) simplemente si seguimos con la generación de los mismos al nivel actual, sin ningún incremento. Desgraciadamente las emisiones se están acelerando mientras la economía mundial siga creciendo.

Es por eso necesario el disponer de combustibles que nos aseguren un suministro en el futuro, que capturen los gases de invernadero durante su generación, que sean renovables y económicamente viables.

Todos los bio combustibles son neutros en gases de invernadero, en el sentido que todo átomo de Carbono “quemado” ha sido capturado del medio ambiente por la fotosíntesis de la planta. Obviamente que no tiene la misma eficiencia energética ni facilidad de uso, un átomo de Carbono usado al quemarse un leño, que al combustionar en forma de bio etanol o bio diesel. Este aspecto es sumamente importante desde el punto de visto del medio ambiente. El uso final de etanol a partir de bio masa produce un 96% menos de CO que las naftas.

---

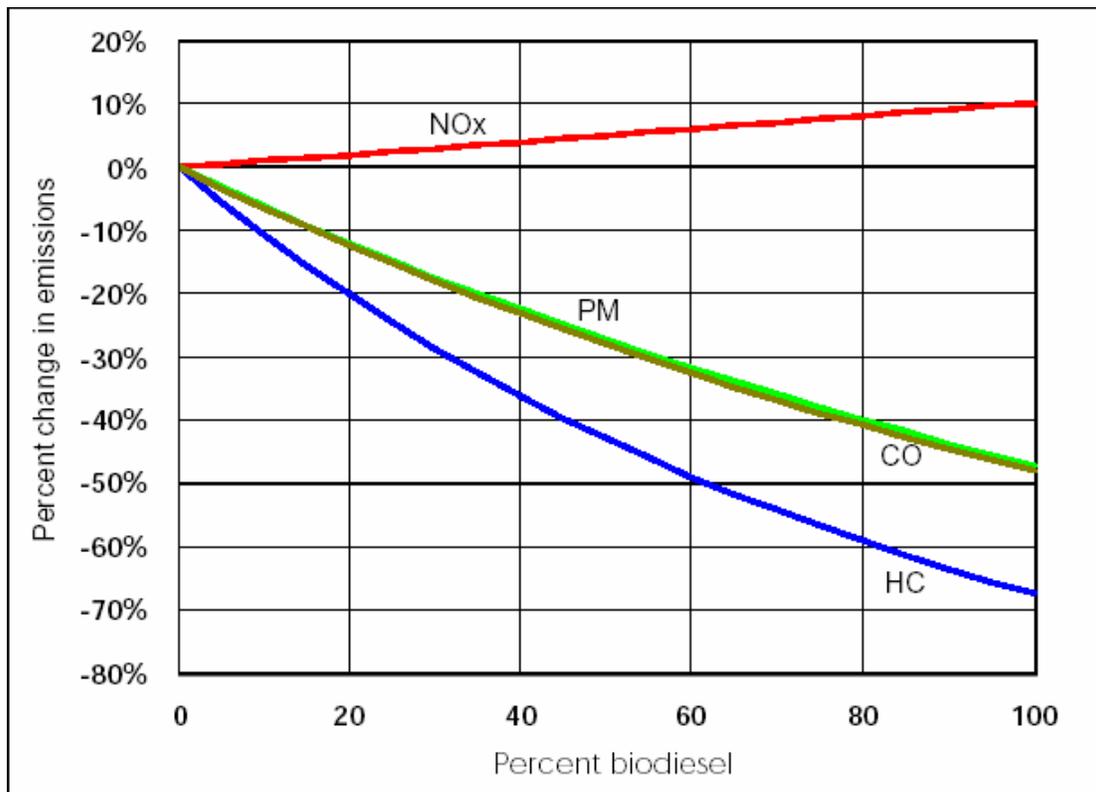
<sup>18</sup> El Informe Stern sobre la economía del cambio climático (Stern Review on the Economics of Climate Change) es un informe sobre el impacto del cambio climático y el calentamiento global sobre la economía mundial. Redactado por el economista Sir Nicholas Stern por encargo del gobierno del Reino Unido fue publicado el 30 de octubre del 2006, con 700 páginas de extensión.

Las naftas liberan en la atmósfera, contaminantes que están considerados como cancerígenos. El uso de etanol posee un riesgo menor de tóxicos tales como el benceno, el formaldehído, el acetaldehído o los butadienos. El bio diesel aún en una mezcla del 20% con diesel, reduce tanto el humo y el olor visible, como las partículas, el CO, los hidrocarburos totales y el dióxido de azufre (Ver cuadro: *“Relación entre la emisión de contaminantes y el porcentaje de Biodiesel en una mezcla combustible”*).

La contaminación de las aguas relacionada con naftas y gas oil, incluye la producida por derrames marinos de combustibles, contaminación del agua subterránea por tanques de almacenamiento, y las pérdidas por parte de los motores de aceites y combustibles. Fuentes de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) de 2005, citaban que aproximadamente un 20% del casi millón de tanques de almacenamiento de los Estados Unidos tenían algún tipo de pérdida. Las pérdidas de combustibles y aceites de los vehículos caen en el pavimento y es llevada a los sistemas de drenaje, contaminando ríos y lagunas. Tanto el bio etanol como el bio diesel pueden reemplazar la mayor parte de los tóxicos de la nafta y el gas oil y no poseer riesgos ambientales mayores, siendo el bio diesel biodegradable en el agua.

Otra ventaja en el uso de los bio combustibles, es que los combustibles fósiles contienen azufre. Cuando los mismos son usados el azufre es liberado a la atmósfera con SO<sub>2</sub> (Dióxido de Azufre), el que se oxida a ácido sulfúrico (So<sub>4</sub>H<sub>2</sub>) que precipita a tierra como lluvia ácida.

*Relación entre la emisión de contaminantes y el porcentaje de Bio diesel en una mezcla combustible*



Fuente: Environmental Protection Agency. October 2002 Draft Technical Report, *A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions*, (EPA420-P-02-001) ([www.epa.gov/OMS/models/biodsl.htm](http://www.epa.gov/OMS/models/biodsl.htm)).

La lluvia ácida causa pérdidas no solo a la agricultura sino también a toda la biosfera. Reemplazar combustibles fósiles por bio combustibles pueden reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> ya que cualquier cantidad de bio diesel o bio etanol reemplazará la misma cantidad de azufre en la nafta o diesel.

La matriz energética Argentina presenta el 93% de combustibles renovables (49% Gas; 38% Petróleo; 6% Otros) y el 7% de combustibles renovables (5% Hidroelectricidad; 2 % Biomasa), si el consumo de gas oil fue de 13 millones de toneladas métricas en el 2005 y una tonelada de gas oil libera unas 3 toneladas de

CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y una de bio diesel 0,33, reemplazar el 100% del gas oil mineral por bio diesel, implicaría disminuir a un tercio la cantidad de CO<sub>2</sub> liberado.

### **b- Fortalecimiento de la producción primaria**

Un gran número de productos agropecuarios pueden ser usados para la elaboración de bio combustibles, ya que se pueden obtener tanto desde la fermentación en bio digestores de las heces de animales bovinos (generación de metano), como también de los productos forestales, bagazo de caña, pajas de gramíneas, granos, semillas oleaginosas, grasas animales, etc.

Si suscribimos nuestro análisis a los substitutos del diesel oil, nos interesaran las semillas oleaginosas (y algunas otras especies como el ricino, la palma y la Jatropha), otros granos como el Maíz y las grasas animales.

Entre las oleaginosas podemos citar a la soja, el girasol, el maní, la colza, la palma, el ricino, la jatropha, el lino, el cártamo y el algodón; entre las grasas animales todas (sebos, grasas amarillas, manteca de cerdo, etc.).

De todas las especies vegetales citadas, la provincia de Santa Fe presenta una elevada producción de soja y de maíz y menores de girasol y algodón. Pero su geografía permitiría el cultivo de varias de las especies citadas.

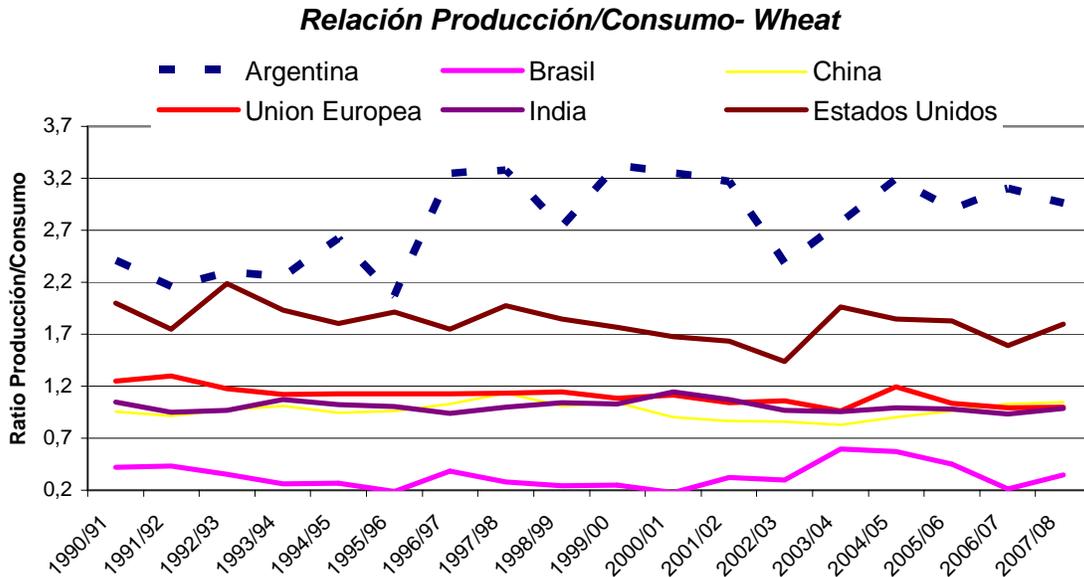
### **c- Contexto productivo**

A la República Argentina se le presenta una gran oportunidad en la producción de bio combustibles. Su producción altamente excedentaria de granos y oleaginosos, con un alto ratio producción/consumo (tal como se aprecia a los siguientes gráficos<sup>19</sup>), la disponibilidad de tierras hoy improductivas para la producción de alimentos, pero aptas para producciones industriales, y la disponibilidad de plantas procesadoras, son todas ventajas al analizar el proceso posible. Dentro de este marco, la provincia de Santa Fe posee las mayores posibilidades y la mayor

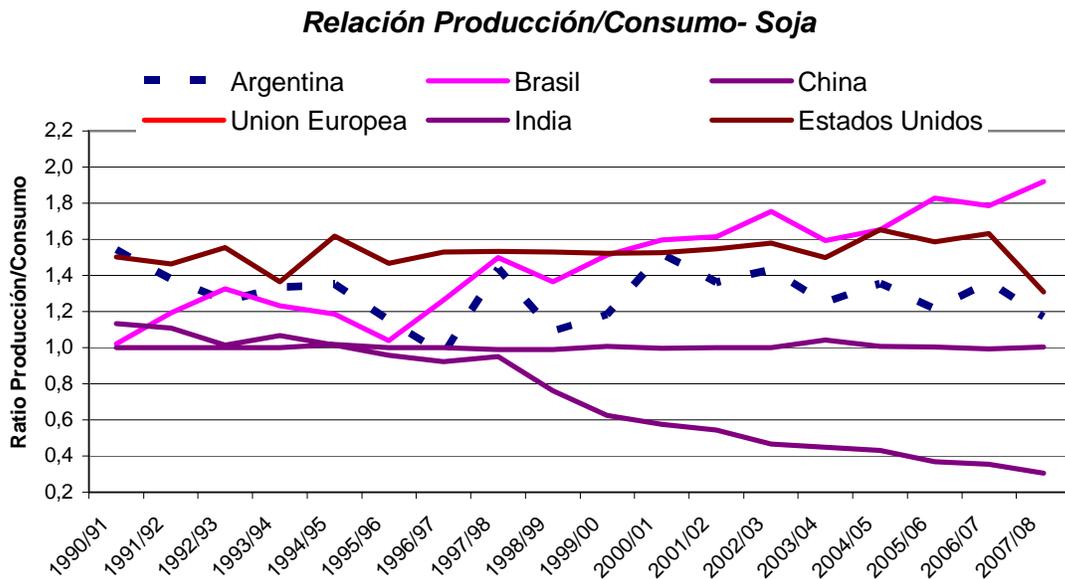
---

<sup>19</sup> Se realizaron dichos análisis a los cultivos mas producidos Argentina

integración para la producción de bio combustibles, fundamentalmente de bio diesel, base soja.

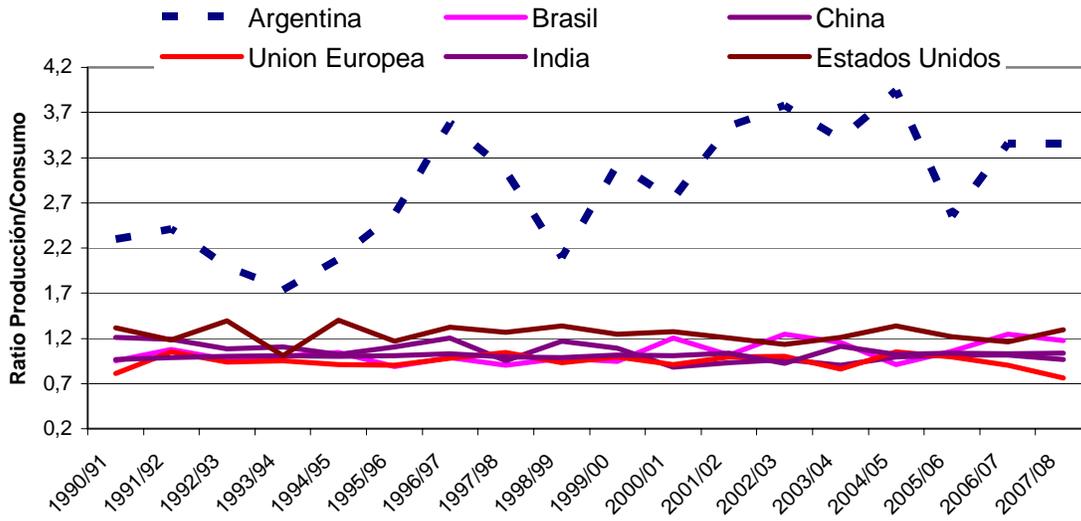


Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA



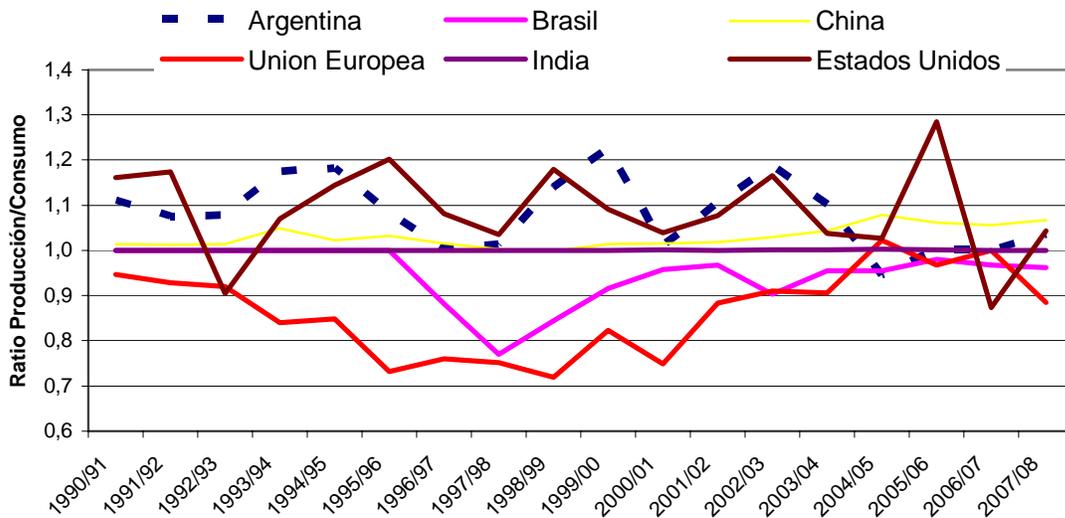
Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA

### Relación Producción/Consumo- Maíz



Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA

### Relación Producción/Consumo- Girasol



Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA

Entre las ventajas que posee Santa Fe para poder hacer esta aseveración, podemos citar:

**a. Disponibilidad de materia prima**

Santa Fe ha sido tradicionalmente uno de los dos mayores productores de Soja, pero además en un radio de 300 km de la ciudad de Rosario (Sur de Santa Fe, Norte de Buenos Aires, Este de Córdoba, Noreste de La Pampa y Sur de Entre Ríos) se produce más del 50% de la producción Argentina. A su vez el sistema hidroviario de los ríos Paraná-Paraguay hacen que esa zona sea área de paso de la soja producida en Paraguay y el centro sur de Brasil.

**b. Infraestructura viaria, ferroviaria e hidroviaria**

Convergiendo hacia la ciudad de Rosario o por sus alrededores, se encuentran todas las rutas que comunican el norte con el resto del país. Las rutas 11, 34 y 9, con sus conexiones, conectan la región con el Norte. Las rutas 33, 178 y otras provinciales, conectan con el Oeste y el Sur. El puente Rosario – Victoria, hace de conexión con el Litoral. Las líneas ferroviarias del NCA, del ALL y del Ferroexpreso Pampeano, también la comunican con todos los nodos ferroviarios, al igual que las del Ferrocarril Belgrano, momentáneamente con muy baja utilización. El sistema hidroviario permite por su parte la conexión con el Paraguay, el Mato Grosso, y parte del cerrado brasileiro. El dragado del río Paraná a 34 pies permanentes, permite la carga de barcos Panamax hasta el 65 % de su carga máxima.

**c. Infraestructura de recepción, acondicionamiento, almacenamiento, elaboración de harinas y aceites (“crushing”), y embarque**

En los alrededores de Rosario, entre Arroyo Seco y Timbues, se encuentra el polo procesador de soja más grande del mundo. No sólo implica una capacidad de molienda superior actualmente a las 135.000 toneladas por día (con una producción de aceite de 25.000 toneladas / día), sino también la disponibilidad de una capacidad de almacenamiento instantánea de mas de 6 millones de toneladas de porotos y subproductos, y de mas de 640.000 toneladas de

aceites. Estas inversiones ya realizadas significan un ahorro significativo en el proceso. Además, se encuentran las terminales portuarias y muelles que permiten el embarque de estos subproductos y aceites.

La mayoría de los jugadores en esta industria, están interesados en la producción de bio diesel. Cuentan a su favor las ventajas detalladas at supra, y un marco impositivo actualmente favorable. Varias plantas productoras están en construcción, como son la de Aceitera General Deheza-Bunge en Puerto General San Martín – Terminal 6, de 300.000 toneladas anuales y la de Dreyfus, que tendría una capacidad de 300.000 toneladas anuales. La planta de Vicentín–Glencore en San Lorenzo, de 240.000 toneladas anuales, acaba de inaugurarse en octubre del 2007. Conviene aclarar que la misma empresa ya realizó una exportación de bio diesel producido en la planta de Avellaneda (Departamento General Obligado, Norte de Santa Fe) con destino a Alemania y los Estados Unidos.

#### **d- Otras Ventajas**

Otras ventajas que presentan las energías renovables es la no necesidad de grandes usinas generadoras como el caso de las usinas nucleares o termo eléctricas, a excepción de las grandes represas hidroeléctricas. La gran dispersión de los recursos disponibles para la producción de energías renovables, hace que se pueda producir muy descentralizadamente, a partir de unidades de producción muy reducidas o modestas, que pueden trabajar en forma independiente o en serie, y a su vez en redes de cogeneración.

Si bien las fluctuaciones climáticas no afectan a las fuentes que constituyen los stocks de energías fósiles, y afectan parcialmente su utilización, estas fluctuaciones si afectan la generación de las energías renovables por estar en su misma esencia: regímenes pluviométricos que afectan el rendimiento de los cultivos, cambios bruscos de temperatura que afectan las tasas de crecimiento

vegetal, falta de lluvias que compliquen el llenado de las represas, cambios en los vientos que impidan una producción de energía eólica adecuada, etc.

En cuanto a las desventajas, tenemos que mencionar que las energías renovables no pueden mayormente almacenarse, no existen en estos tiempos como depósitos tales como se encuentran todas las energías fósiles, sino que son energías de las denominadas de “flujo”. Es ahí donde tiene una enorme importancia la posibilidad de actuar sobre los procesos foto sintéticos, que transformen la energía del sol, en energías usables, disponibles, transportables y almacenables.

#### **4.2 Energías renovables y efecto Invernadero**

Muchos de quienes apoyan el uso de los bio combustibles líquidos suelen decir que éstos son efectivos para disminuir los gases de invernadero. Esto es cierto siempre y cuando consideremos el consumo de CO<sub>2</sub> que efectúan las plantas en sus procesos fotosintéticos para la obtención de sus semillas y granos, cuando comparamos a los bio combustibles con sus similares derivados del petróleo.

Se han informado de una disminución de hasta el 75 %, pero dicha cifra debe manejarse de una forma realista, para no causar una falsa expectativa. Si y solo si, los cultivos que se usen para la producción de bio combustibles, sean áreas nuevas, estos cultivos capturarán ese CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Si los cultivos ya estaban siendo usados por otras industrias, o para uso humano, lo que habrá es una transferencia del uso final. Por lo tanto, este argumento aunque válido, puede ser más un tema de “marketing” que de medio ambiente.

### **4.3 Resumen**

La utilización de los biocombustibles viene de la mano principalmente de dos argumentos, reducción en la contaminación y sustitución de combustibles no renovables, derivados del petróleo. El cumplimiento de los Protocolos de Kyoto, las actas de "Aire Puro" tanto de los EEUU como de la Unión Europea, el uso de oxigenantes en las naftas, la relación mas amistosa con el medio ambiente, la viabilidad en que se pueda producir prácticamente en todos los países, el hecho de no estar afectados por cambios políticos, como así también, los posibilidad de mejorar las economías regionales y la independencia energética, son otros factores que ayudan a explicar el porque de su uso de este tipo de energías renovables.

Entre las ventajas podemos mencionar, *Configuración de un sistema más amigable con el medio ambiente* (los efectos visibles de un probable cambio climático a nivel mundial, generan una demanda ambiental por combustibles no contaminantes y renovables), *Fortalecimiento de la producción primaria* (un gran número de productos agropecuarios, forestales y grasas de animales, pueden ser usados para la elaboración de bio combustibles), *Contexto productivo* (su producción altamente excedentaria de granos y oleaginosos, con un alto ratio producción/consumo, la disponibilidad de tierras hoy improductivas para la producción de alimentos, pero aptas para producciones industriales, y la disponibilidad de plantas procesadoras. La provincia de Santa Fe posee las mayores posibilidades y la mayor integración para la producción de bio combustibles, fundamentalmente de bio diesel, base soja)

Otra ventaja relacionada a las energías renovables, es la no necesidad de grandes usinas generadoras como el caso de las usinas nucleares o termo eléctricas, a excepción de las grandes represas hidroeléctricas.

En cuanto a las desventajas, tenemos que mencionar que las energías renovables no pueden mayormente almacenarse, no existen en estos tiempos como depósitos

tales como se encuentran todas las energías fósiles, sino que son energías de las denominadas de “flujo”.

## **5. Situación de la producción de los bio combustibles en otros países**

Desde antes de los Protocolos de Kyoto, varios países y sociedades están en la búsqueda de combustibles renovables y de fácil disponibilidad y distribución. Si bien la aparición de dicho acuerdo internacional incentivó el uso de bio combustibles, el deseo manifiesto de reducir la dependencia con los combustibles fósiles (en muchos casos importados) también ha tenido una gran influencia en esta decisión.

### **5.1 Unión Europea**

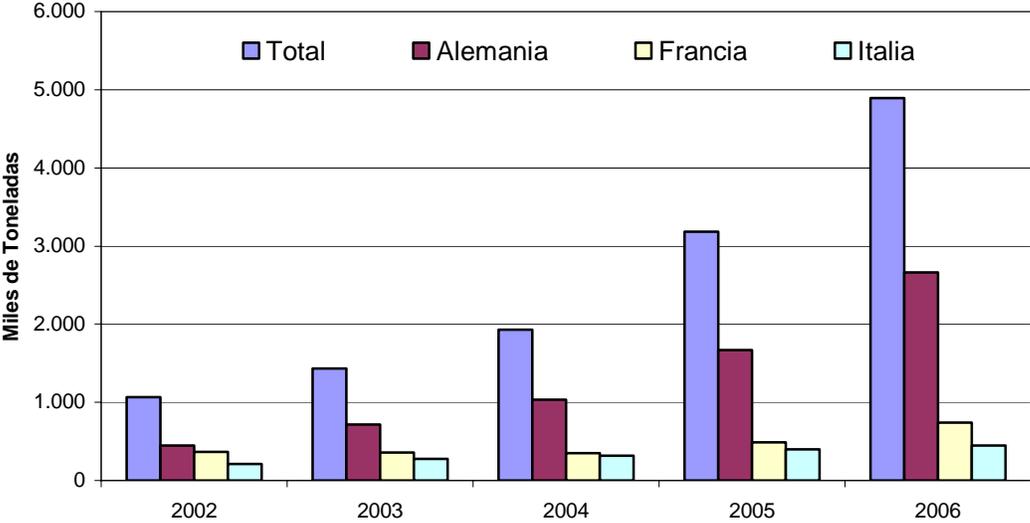
Las iniciativas para producir bio combustibles y fundamentalmente bio diesel no son de reciente data en el territorio de la Unión Europea. A fines de los años 80, la Comunidad Económica Europea destino fondos para la producción de energía y productos químicos y farmacéuticos, a partir de materias primas agrícolas, como una forma de poder hacer uso de sus excedentes agrícolas.

Desde los 90, varias fábricas de automóviles han investigado el uso de bio diesel como combustible y el desarrollo de motores que usen eficientemente este y otros bio combustibles. La caída de los precios del petróleo detuvo estos estudios, que fueron reanudados por la última crisis del petróleo y la firma de los Protocolos de Kyoto.

Con el fin de cumplir los compromisos de reducir la emisión de gases de invernadero, la Unión Europea a través de la Directiva 200/30/CE, adoptó una estrategia sobre la producción y uso de energías renovables. Esta directiva fue la primer disposición oficial que estableció contenidos mínimos y crecientes de bio combustibles en combustibles para el transporte (2% en 2005 al 5,75% en el 2010). En 2004 se emitieron algunas directivas complementarias que instaban a los estados miembros a reducir los impuestos y tasas sobre los combustibles de origen renovable, con el claro objetivo de establecer una industria de bio diesel. Se estima que para cumplir el objetivo del 5,75%, la Unión Europea necesitará unos 14 millones de m<sup>3</sup> equivalente de bio diesel. Pese al impulso dado por la Unión

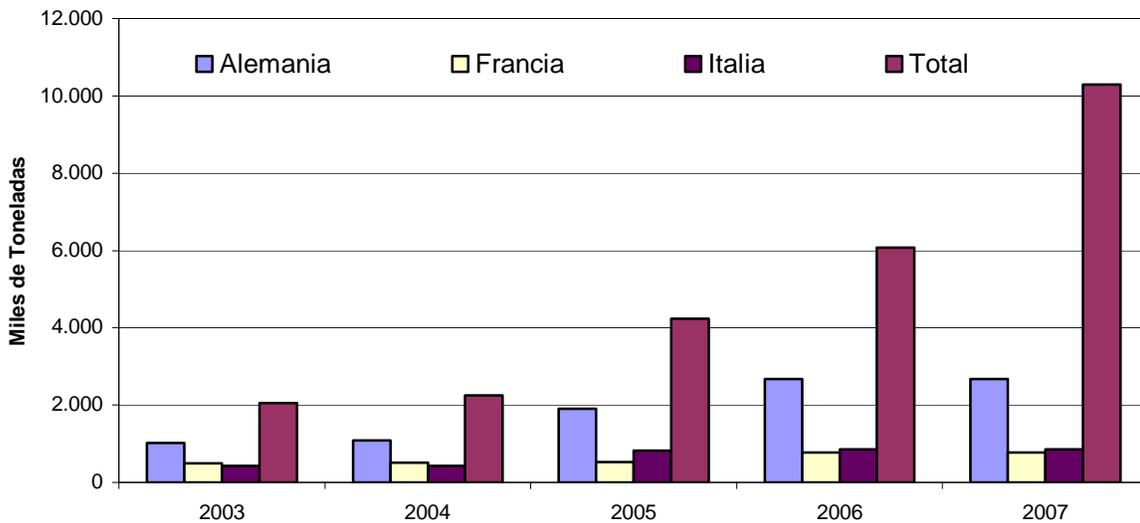
Europea, la producción actual de bio diesel sólo cubre el 1,4% del total. El Consejo ha sugerido un objetivo del 8% para el año 2015, con un contenido del 25% para el año 2030, de acuerdo con la información que surge del propio bloque Europeo.

***Evolución Producción de Bio diesel en la Unión Europea***



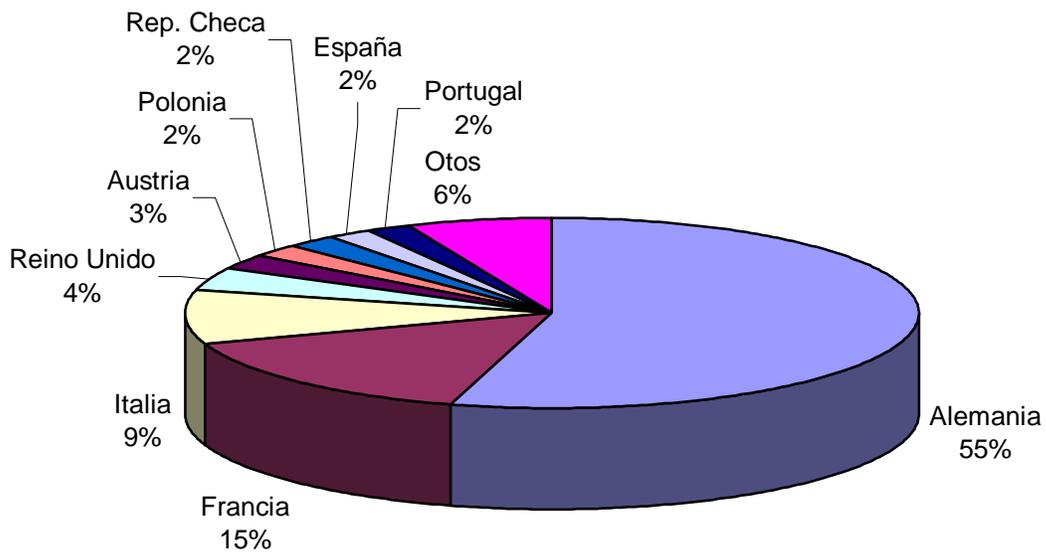
Fuente: Elaboración propia en base a European Biodiesel Board

**Evolución Capacidad Instalada en los Principales Países Productores de la Unión Europea**



Fuente: Elaboración propia en base a European Biodiesel Board

**Principales Países Productores de Bio diesel en la Unión Europea en 2007**



Fuente: Elaboración propia en base a European Biodiesel Board

A continuación presentamos, mediante tablas, la situación actual de las plantas en la Unión Europea.

<b>Alemania</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Biodiesel Kyritz	Kyritz	85.000	Funcionando*
Biokraftstoff Nord	Sprakensehl	70.000	Funcionando
Biokraftstoff Nord	Sprakensehl	150.000	spring 2008
Biopetrol	Schwartzheide	150.000	Funcionando
Biopetrol	Rostock	200.000	Funcionando
BioWerk Kleisthohe	Uckerland	6.500	parada la construcción*
Cargill	Hoechst	250.000	Funcionando
Cargill/Agravis	Wittenberge	120.000	Funcionando
Campa-Biodiesel	Ochsenfurt	150.000	parada la construcción
Campa-Biodiesel	Straubing	200.000	Verano 2007
Choren Industries	Freiburg	15.000	autumn 2007
Choren Industries	unchofen	200.000	2010
DBD	Regensburg	60.000	Agosto 2007*
Delitzscher	Wiedemar	5.000	Funcionando*
Ecodasa	Berlin	50.000	Funcionando*
EOP Biodiesel	Falkenhagen	132.500	Funcionando
GATE	Wittenberge	200.000	Funcionando
GATE	Halle	60.000	Funcionando
Marina Biodiesel	Brunsbuettel	130.000	Funcionando*
Petrotec	Borken	85.000	Funcionando
Petrotec	Emden	100.000	después 2007
Rheinische Bio	Neuss	150.000	Funcionando*
Saria Bio	Luenen	100.000	Funcionando
Saria Bio	Sternberg	100.000	Funcionando
Saria Bio	Malchin	12.000	Funcionando
Verbio	Bitterfeld	200.000	Funcionando
Verbio	Schwedt	200.000	Funcionando

<b>Gran Bretaña</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Argent Energy	Motherwell (Scot)	45.000	Funcionando
Argent Energy	Ellesmere Port	75.000	Primer Cuatrimestre 2009
Argent Energy	Ellesmere Port	add 75.000	n/a
Biofuels Corp plc	Teesside (1)	250.000	Funcionando
D1 Oils	Northeast England	320.000	finis of 2008
Greenergy	Immingham	100.000	Funcionando
Greenergy	Immingham	add 100.000	Nov-07
Ineos Enterprises	Grangemouth (Scot)	500.000	2008

<b>Francia</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Airas	Montoir	55.000	n/a
Biocar	Fos-sur-Mer	200.000	Segunda Mitad 2009
Bionerval Saria	Lisieux	55.000	Funcionando
Centre Ouest Cer.	Chalandray	60.000	Jun-08
Daudruy	Dunkerque	150.000	Funcionando
Diester Industrie	Grand-Couronne	260.000	Funcionando
Diester Industrie	Compiègne	100.000	Funcionando
Diester Industrie	Compiègne II	100.000	Funcionando
Diester Industrie	Sete	250.000	Funcionando
Diester Industrie	Boussens	30.000	Funcionando
Diester Industrie	Montoir/St-Nazaire	250.000	Verano 2007
Diester Industrie	Le Meriot	250.000	39326
Diester Industrie	Coudekerque	250.000	2008
Diester Industrie	Grand-Couronne II	250.000	2008
Diester Industrie	Bordeaux/Bassens	250.000	2008
Ineos	Verdun	110.000	Funcionando
Ineos	Verdunadd	110.000	2008
Progilor Bouvart	Charny/Meuse	60.000	Primer Cuatrimestre 2009
SARP	Limay	80.000	Funcionando
SCA	Cornille	100.000	n/a
Sica Atlantique	La Rochelle	10.000	Primer Cuatrimestre 2008
Sica Atlantique	La Rochelleadd	50.000	Primer Cuatrimestre 2009
Total/ Neste Oil	Dunkerque	200.000	(Abandonada)

<b>Italia</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Caffaro	Udine	100.000	2008/2009
Cereal Docs	Verona	120.000	2008/2009
Comlube	Brescia	120.000	a fines de 2007
DP lubrificanti	Aprilia(Rome)	150.000	a fines de 2007
ERG	Priolo	200.000	Segunda Mitad 2009
Fox petroli	Vasto(Chieti)	130.000	a fines de 2007
GDR	Milan	40.000	a fines de 2007
Ital green oil	Verona	300.000	a fines de 2007
Ital Bi oil	Bari	120.000	a fines de 2007
Mythen	Cosenza	200.000	a fines de 2007
Novaol	Livorno	250.000	a fines de 2007
Oil Bi	Varese	200.000	a fines de 2007
Olearia Olimpo	Bari	60.000	2008/2009
Oxem	Pavia	200.000	2008/2009
Polioli	Vercelli	20.000	a fines de 2007
Red Oil	Naples	30.000	2008/2009
Sabe (Sfir)	Trieste	100.000	2008/2009

<b>Polonia</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Brasco group	Wroclaw	150.000	Jun-07
Doradon	Gdynia	n/a	n/a
DosChem	Sopot	50.000	n/a
Elstar Oils	Malbork	100.000	Funcionando
Ineco Polska	Woj.lubelskie	50.000	n/a
J&S Energy	Skarbimierz	150.000	n/a
Kenro		50	n/a
Lotos Czechowice (Lotos Biopaliwa)	Czechowice- Dziedzice	100.000	Primer Cuatrimestre 2008
Mosso Kwasniewscy		n/a	n/a
Olvit Trade	Malbork	100.000	n/a
PPUH Solvent Dwory.	Oswiecim	50.000	n/a
Petroestry	Jarzabkowo	50.000	n/a
Rafineria Trzebinia	Trzebinia	100.000	Funcionando
Skotan	Slawkow	150	2009

<b>Hungría</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Central EU	Hodmezovasarhely	n/a	finis 2008
Biofuels Hungary			
MOL	Komarom	150.000	finis 2007
Oko-Line Kft	Nagyigmand	50.000	2007

<b>Países Bajos</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Argos Oil	Rotterdam	250.000	Primer Cuatrimestre 2008
Golden Hope	Zwijndrecht	200	finis-2007
*Vopak/Biopetrol	Rotterdam	400	Primer Cuatrimestre 2008

<b>España</b>			
<i>Compañía</i>	<i>Localización</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Estado</i>
Grupo Activos	Almaden	32.000	Funcionando
Biocast	Valdescorriel	20.000	Funcionando
Bida	Sevilla	36.000	Funcionando
Acciona	Caparrosa	35.000	Funcionando
Biodiesel CLM	Toledo	45.000	Funcionando
Bionet Europa	Reus	50.000	Funcionando
Bionor	Alava	30.000	Funcionando
Biotel	Cuenca	72.000	Funcionando
Linares Biodiesel	Linares	100.000	Funcionando
Stocks del Valles	Barcelona	31.000	Funcionando
Acciona/	Alcazar	26.000	Funcionando
Uriel Inversiones	de San Juan		
Repsol	6 plants	1.000.000	2007-2009
Bioenergetica	Valdetorres	250.000	Cuarto Cuatrimestre 2007
Extremena/Catalana	d'Inciatives		
Cepsa/Bio Oils	Huelva	200.000	finis 2007
Cepsa/Abengoa	Cadiz	200.000	2009
CIE Automotive/	Bilbao	120.000	2008
Bionor/La Seda			
CIE Automotive/	Tarragona	200.000	2008
Bionor/La Seda/Enta	ban group		
Disa	Tenerife	150.000	2009
Ebro Puleva	Cadiz	200.000	2008
Entaban/Eolia/NMAS	Huesca	25.000	Funcionando
Entaban/Eolia/NMAS	Seville	50.000	Jun-07
Entaban/Eolia/NMAS	Ferrol	200.000	Feb-08
Entaban/Eolia/NMAS	Bilbao	200.000	Feb-08
Grupo Activos	Tarragona	58.000	Cuarto Cuatrimestre 2007
Grupo Activos	Burgos	32.000	Cuarto Cuatrimestre 2007
Grupo Activos	Huesca	24.000	Cuarto Cuatrimestre 2007
Grupo Activos	Barcelona	58.000	mid 2008
Grupo Activos	Sagunto	80.000	2008
Grupo Activos	Motril	80.000	2008
Ibercaja/Prointec	Calahorra	250.000	2009
Natura	Ocana, Castilla	100.000	Funcionando
Natura	Alicante	200.000	Octubre 2008
Natura	Gijon	500.000	Dec 2008
SOS	Jaen	200.000	finis 2007/2008
GreenFuel	Los Santos	110.000	2008
GreenFuel	Los Barrios	110.000	2008
GreenFuel	La Robla	110.000	2009
GreenFuel	Andorra, Aragon	110.000	2009
GreenFuel	Castilla La M	110.000	2009
GreenFuel	Catalonia	110.000	2009

El bio diesel es el biocombustible más importante de la Unión Europea, con un 80% del total, y también es el mayor productor mundial de bio diesel con una producción estimada de 6,1 Millones de toneladas para el año 2007. Obviamente que este volumen es inferior al necesario ya que la proporción de vehículos impulsados a diesel es superior a la de los impulsados por naftas.

En el año 2003, a nivel comunitario, fue aprobada la Directiva 2003/30CE<sup>20</sup>, como marco legal para el desarrollo del mercado de los bio combustibles en la Unión Europea. Tenía como principal objetivo, la promoción del uso de bio combustibles y combustibles renovables en el transporte. Trataba de lograr una serie de objetivos combinados ambientales, energéticos, industriales y económicos:

- reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y gases de invernadero;
- disminución en el uso de petróleo y derivados (o al menos su participación porcentual en la matriz energética);
- reconversión de la agricultura con una disminución de las áreas sembradas con cultivos subsidiados;
- desarrollo de una industria de bio combustibles.

Por disposición comunitaria, los estados miembros pueden exceptuar a los bio combustibles de parte de los impuestos a los combustibles (hasta 0.19 Euros/litro). Las importaciones de bio diesel pueden ingresar a la Unión Europea bajo la posición arancelaria comunitaria 38249099, con un arancel del 6,5%. Para aquellos países como la Argentina que se encuentran dentro del Sistema General de Preferencias, el arancel es 0%, hasta el 31 de Diciembre de 2008.

---

<sup>20</sup> Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte [Diario Oficial L 123 de 17.5.2003].

## Biocombustibles en la Unión Europea: ayuda derivada de la política energética y agrícola y medidas de política comercial

Biocombustible	Ayuda Directa	Ayuda derivada de programas agrícolas	Arancel de importación	Preferencias comerciales
<b>Bioetanol</b> Posición arancelaria: 220720: alcohol desnaturalizado 220710: alcohol no desnaturalizado	<b>1. Política Energética:</b> cada Estado Miembro define el grado de exención al impuesto al consumo de combustibles. <b>2. Política agrícola:</b> 0,45 euros por hectárea para cultivo energético; máximo de 2 millones de hectáreas = 90 millones de euros.	Utilización de las ayudas destinadas a cultivos alimenticios: trigo, maíz, cebada y remolacha azucarera.	Arancel NMF: i) etanol no desnaturalizado: 0,192 euros por litro (equivalente ad valorem del 63%) ii) etanol desnaturalizado: 0,102 euros por litro (equivalente ad valorem del 39%).	SGP: excluido desde enero de 2006 SGP Plus: libre de arancel para 14 países Cotonú: libre de arancel para países ACP Todo menos Armas: libre de arancel para PMA
<b>Biodiesel</b> Posición arancelaria: 38249099	<b>1. Política Energética:</b> cada Estado Miembro define el grado de exención al impuesto al consumo de combustibles. <b>2. Política agrícola:</b> 0,45 euros por hectárea para cultivo energético; máximo de 2 millones de hectáreas = 90 millones de euros.	Utilización de las ayudas destinadas a cultivos alimenticios: aceite de soja, girasol y colza.	Arancel NMF: 6.5 %	SGP: libre de arancel SGP Plus: libre de arancel para 14 países Cotonú: libre de arancel para países ACP Todo menos Armas: libre de arancel para PMA

Fuente: CEI sobre la base de Kutab et al. (2007), USDA-FAS (2007) y Comisión Europea (2006)

En estos momentos, el tema bio combustibles, se encuentra sometido a la acción política de distintos sectores, con visiones e intereses, sino contrapuestos, claramente sectoriales. Bruselas<sup>21</sup> ha delegado el estudio de este tema a distintas direcciones:

- Dirección General de la Energía
- Dirección General de Investigación y Ciencia
- Dirección General de Comercio
- Dirección General de Agricultura

A su vez ha dado lugar para que organizaciones representantes de los productores europeos de bio diesel, fabricantes de automóviles, organizaciones no gubernamentales, etc., sean consultadas y puedan expresar sus posiciones.

<sup>21</sup> Sede del Consejo y de la Comisión Europea

Obviamente, la dirección que promueve el enfoque mas restrictivo en relación al tema importaciones, ya sea de bio combustibles o de materias primas, es la de Agricultura. La de Comercio ha fijado su posición, solicitando la aplicación del Sistema General de Preferencias o los acuerdos especiales (como el África-Pacífico).

Mientras tanto, las de Energía y la de Investigación y Ciencia, han sostenido una posición más técnica. Estiman que no deberían imponerse barreras para arancelarias, ni cuotas. Si, en cambio, sostienen la necesidad de establecer políticas de certificación de calidad y medio ambiental.

En tanto, algunas organizaciones, como el European Biodiesel Board<sup>22</sup>, son proclives a no facilitar la importación de bio diesel, sino de materias primas.

Los bio combustibles deben cumplir las normas técnicas reconocidas para poder ser comercializados en el ámbito de la Unión Europea, ser aceptados en mayor medida por los consumidores y los fabricantes de vehículos y penetrar así en el mercado. Los bio diesel, específicamente, deben cumplir con la norma EN 14214 (cuando la opción de transformación sea la esterificación).

La norma EN 14214<sup>23</sup> se encuentra bajo revisión para revisar algunos parámetros, entre ellos el índice de iodo, para permitir el uso de otros aceites y grasas vegetales y animales, más allá que el aceite de colza.

En el año 2001, la Unión Europea presentó el “Libro Blanco de la Energía”, donde establecía la estrategia a largo plazo para el tema energético. En el mismo, se plantea como objetivo alcanzar un 12% de penetración de las fuentes renovables

---

<sup>22</sup> <http://www.ebb-eu.org/index.php>

<sup>23</sup> La norma EN 14214 proporciona los requerimientos mínimos de estabilidad que el biodiesel debe cumplir tanto para su uso como tal, como para ser mezclado en proporciones hasta el 5%, de acuerdo con la norma EN 590.

de energía en la matriz energética. Entre las ventajas nombradas están las ya citadas de disminuir la dependencia de las importaciones, aumentar la seguridad del abastecimiento, efectos positivos sobre la disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> y gases de invernadero, y sobre el empleo, y el desarrollo de una industria europea de bio combustibles.

Según la Comisión Europea, las inversiones necesarias para poder duplicar la participación de las energías renovables deberían estar en los 100.000 millones de Euros. Según la misma Comisión se esperaba la creación de unos 500.000 empleos, una disminución de las importaciones de combustibles extra comunitarios del orden de los 3.000 millones de euros (caída en volumen del 17%) y una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las 400 millones de toneladas anuales, todo a partir del año 2010.

Este plan de acción permitía a las fuentes de energía renovables un acceso sin restricciones a los mercados de generación de electricidad, acordaba medidas fiscales y financieras de apoyo a estos proyectos, y fundamentalmente establecía cuotas de mercado mínimas para los bio combustibles en la forma de contenidos mínimos.

#### **5.1.1 La Colza como materia prima en la Unión Europea**

El principal cultivo para la obtención de bio diesel en la Unión Europea es la colza, pero la rápida expansión de la demanda y el alto precio del aceite de colza va a obligar al uso de otros aceites como los de soja o los de palma por su menor valor y mayor disponibilidad. La Unión Europea está revisando los límites de uso de estos aceites para la producción de bio diesel, ya que el límite para el uso de aceite de soja estaba en un 25%, en función a su índice de Iodo.

El índice de Iodo es un indicador del contenido de ácidos grasos insaturados. Debido a su bajo contenidos de ácidos grasos insaturados, el aceite de palma

tiene un punto de fusión muy alto, lo que lo hace inadecuado para el clima del norte de Europa.

<b>Índice de Iodo para varios aceites vegetales</b>		
<b>Aceite</b>	<b>Índice de Yodo</b>	<b>Punto de Fusión</b>
	<b>(g / 100 g)</b>	<b>° C</b>
<b>Soja</b>	125-140	-10 / -12
<b>Girasol</b>	125-135	-16 / -18
<b>Colza</b>	97-115	5
<b>Palma</b>	44-58	30 / 38

Otro inconveniente que enfrenta la Unión Europea es la disponibilidad de tierras para la producción de bio combustibles. Según datos del USDA<sup>24</sup>, esta región necesitaría un 15 a un 17% del total de sus tierras agrícolas (estimadas en 104 millones de hectáreas) para poder cubrir una demanda del 5,75%, porcentaje no deseado, por lo que la Comisión ha propuesto producir un 50% con cultivos locales, e importar la otra mitad, ya sea como granos o como bio diesel directamente.

### **5.1.1 Estrategia de la Comisión Europea para el uso y producción de Bio combustibles**

La Comisión Europea hizo pública oficialmente su “Estrategia de la Unión Europea para los biocombustibles”. La misma estudia el rol que los bio combustibles pueden tener en disminuir la sobre dependencia que tiene la Unión Europea del gas y petróleo que importa, y cómo reducir dicha dependencia. Para esto plantea la necesidad de realizar estudios y análisis económicos, ambientales y de impacto social.

<sup>24</sup> Departamento de Agricultura de Estados Unidos. [www.usda.gov](http://www.usda.gov)

El primer informe, del año 2006, plantea la necesidad de establecer objetivos por estado acerca del porcentaje obligatorio de bio combustibles, y que sólo se usen bio combustibles producidos en la Unión Europea o en terceros países que cumplan requerimientos mínimos de sustentabilidad y responsabilidad social.

En esta estrategia de bio combustibles, se detallan 7 puntos:

1. Estimular la demanda de biodiesel.
2. Generar beneficios ambientales.
3. Desarrollar la producción y distribución de biocombustibles.
4. Incrementar la oferta de materias primas.
5. Mejorar las oportunidades comerciales.
6. Apoyar a los países en desarrollo.
7. Apoyar la Investigación y Desarrollo (R&D)

Entre los múltiples beneficios que detalla la Comisión, por el incremento del uso de los bio combustibles, se cita que reducirá la dependencia europea en los combustibles fósiles importados. Este problema incrementó su importancia luego de los problemas entre Rusia y Ucrania, cuando la primera cortó el suministro de gas a través del gasoducto. Más del 20% del gas natural que se consume en Europa proviene de Rusia.

### **5.1.3 Importaciones de la Unión Europea de Biocombustibles**

No es sencillo obtener una información precisa acerca de la importación de bioombustibles en la Unión Europea ya que no hay códigos aduaneros precisos tanto para el bio etanol como para el bio diesel. Además la Unión Europea importa materias primas para la producción de biocombustibles, y otras directamente para su uso como tal, como por ejemplo los chips de madera, el pellet de cáscara de soja, etc.

Algunos de los países miembros han realizado importaciones, como el caso de Suecia y Alemania, tanto sea de bio etanol brasileño o pequeños volúmenes de

bio diesel argentino. Pero el grueso del comercio de biocombustibles es entre países miembros de la Unión.

Los códigos aduaneros son cuestionados no sólo por las autoridades aduaneras de los países miembros, sino también por particulares.

Las actuales tasas aduaneras varían entre el 6,5% para el bio diesel y €19.2/hl para el bio etanol anhydro. Estas tasas no se aplican para las importaciones desde los países que forman parte del Sistema Generalizado de Preferencias (SGP) o de aquellos que tienen acuerdos de asociación con la Unión Europea, tales como los países de la cuenca del Mediterráneo, México, la ASEAN<sup>25</sup> o del CAP (Caribe, África y Pacífico).

## **5.2 Estados Unidos**

Si bien se fue desarrollando una incipiente industria de bio combustibles en los Estados Unidos, la disponibilidad de petróleo barato, y una situación mundial favorable, no se generaba a nivel gubernamental un interés en apoyar y desarrollar dicha industria.

Desde 1992 hasta 2001, la única herramienta legal disponible era el Acta Política de Energía (Energy Policy Act – EPA) que incentivaba el uso de bio diesel en flotas, fundamentalmente requiriendo el uso de bio combustibles en determinadas flotas (flotas escolares). Posteriormente en el 2001 la Commodity Credit Commission (la famosa CCC) implementó el Bioenergy Program que subsidiaba entre 1 US\$ y 1,5 US\$ por galón de combustible. En el año 2004, este programa subsidiaba 18.8 Millones de galones (71,2 Millones de litros).

Hoy existen una gran diversidad de programas nacionales y estatales que incentivan la producción y uso de bio combustibles. Obviamente por su enorme producción de maíz, el combustible mas utilizado es el etanol y en menor medida

---

<sup>25</sup> Asociación de Naciones del Sureste Asiático (ASEAN), organización regional de estados del Sureste asiático creada el 8 de agosto de 1967. Países miembros de la ASEAN son : Indonesia, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia, Brunei, Vietnam, Laos, Myanmar y Camboya.

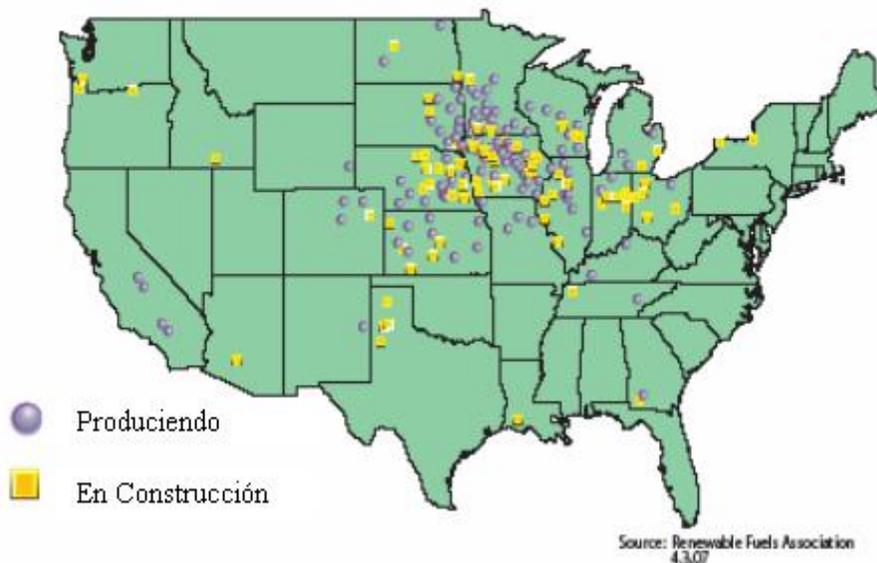
el biodiesel. De acuerdo con las últimas estimaciones agrícolas, el área sembrada con soja ha disminuido, incrementándose el área sembrada con maíz, para la obtención de alcohol.

En general, los niveles actuales de precios de la materia prima y de los subproductos finales obtenidos en los procesos de obtención de bio etanol o de bio diesel, parecen indicar que para los Estados Unidos, es mas rentable la producción de bio etanol (y sus subproductos) que la de bio diesel.

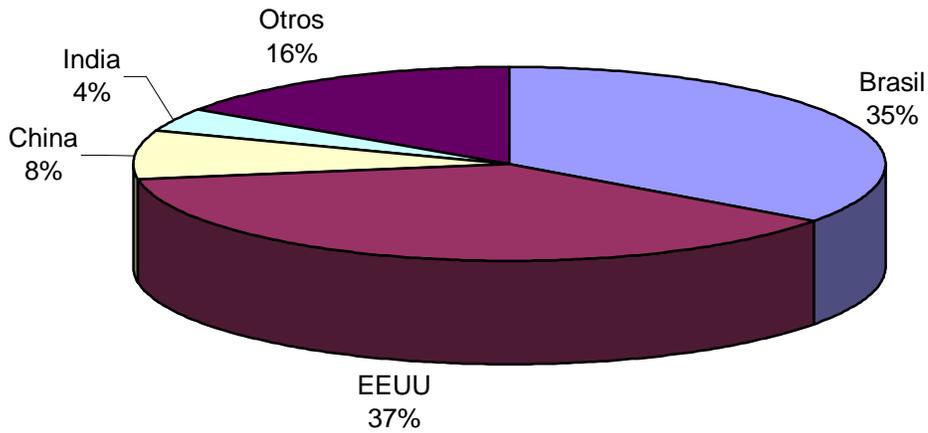
Esto se debería por:

- Costo mucho más alto de la materia prima “soja”, que de las materias primas “maíz” o “sorgo”.
- Caída esperada en el precio de las harinas de soja por el incremento de la oferta de destilados (gluten feed y gluten meal).
- Mayor crecimiento actual del mercado del etanol que el del biodiesel por el parque automotor disponible en este país.

### *Plantas de Etanol en los Estados Unidos*

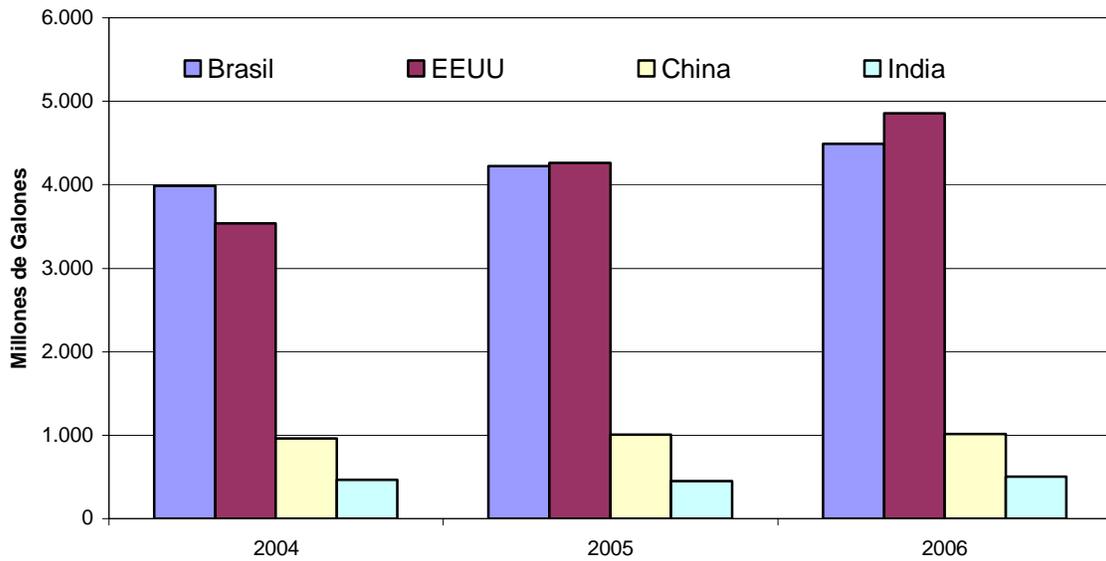


### ***Países Productores de Etanol***



Fuente: Elaboración propia en base a European Biodiesel Board

### ***Evolución Países Productores de Etanol***



Fuente: Elaboración propia en base a European Biodiesel Board

**Industria de Etanol: Actualizado al 9 de Octubre 2007**

<b>Compañía</b>	<b>Localización</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Capacidad Corriente (Millones de Galones/año)</b>	<b>En Contrucción (Millones de Galones/año)</b>
Abengoa Bioenergy Corp.	York, NE	Maíz/milo	55	
	Colwich, KS	Maíz/milo	25	
	Portales, NM	Maíz/milo	30	
	Ravenna, NE	Maíz/milo	88	
Aberdeen Energy*	Mina, SD	Maíz		100
Absolute Energy, LLC*	St. Ansgar, IA	Maíz		100
ACE Ethanol, LLC	Stanley, WI	Maíz	41	
Adkins Energy, LLC*	Lena, IL	Maíz	40	
Advanced Bioenergy	Fairmont, NE	Maíz		100
AGP*	Hastings, NE	Maíz	52	
Agri-Energy, LLC*	Luverne, MN	Maíz	21	
Alchem Ltd. LLLP	Grafton, ND	Maíz	10.5	
Al-Corn Clean Fuel*	Claremont, MN	Maíz	35	15
Amaizing Energy, LLC*	Denison, IA	Maíz	40	
Archer Daniels Midland	Decatur, IL	Maíz	1,07	550
	Cedar Rapids, IA	Maíz		
	Clinton, IA	Maíz		
	Columbus, NE	Maíz		
	Marshall, MN	Maíz		
	Peoria, IL	Maíz		
	Wallhalla, ND	Maíz/Cebada		
Arkalon Energy, LLC	Liberal, KS	Maíz		110
Aventine Renewable Energy, LLC	Pekin, IL	Maíz	207	226
	Aurora, NE	Maíz		
	Mt. Vernon, IN	Maíz		
Badger State Ethanol, LLC*	Monroe, WI	Maíz	48	
Big River Resources, LLC*	West Burlington, IA	Maíz	52	
BioFuel Energy - Pioneer Trail Energy, LLC	Wood River, NE	Maíz		115
BioFuel Energy-Buffal Lake Energy, LLC	Fairmont, MN	Maíz		115
Blue Flint Ethanol	Underwood, ND	Maíz	50	
Bonanza Energy, LLC	Garden City, KS	Maíz/milo		55
Bushmills Ethanol, Inc.*	Atwater, MN	Maíz	40	
Cardinal Ethanol	Harrisville, IN	Maíz		100
Cargill, Inc.	Blair, NE	Maíz	85	
	Eddyville, IA	Maíz	35	
Cascade Grain	Clatskanie, OR	Maíz		108
CassCo Amaizing Energy, LLC	Atlantic, IA	Maíz		110
Castle Rock Renewable Fuels, LLC	Necedah, WI	Maíz		50
Celunol	Jennings, LA	Caña de Azúcar		1.5

Center Ethanol Company	Sauget, IL	Maíz		54
Central Indiana Ethanol, LLC	Marion, IN	Maíz	40	
Central Illinois Energy, LLC	Canton, IL	Maíz		37
Central MN Ethanol Coop*	Little Falls, MN	Maíz	21.5	
Chief Ethanol	Hastings, NE	Maíz	62	
Chippewa Valley Ethanol Co.*	Benson, MN	Maíz	45	
Cilion Ethanol	Keyes, CA	Maíz	50	
Commonwealth Agri-Energy, LLC*	Hopkinsville, KY	Maíz	33	
Corn, LP*	Goldfield, IA	Maíz	50	
Cornhusker Energy Lexington, LLC	Lexington, NE	Maíz	40	
Corn Plus, LLP*	Winnebago, MN	Maíz	44	
Coshoctan Ethanol, OH	Coshoctan, OH	Maíz		60
Dakota Ethanol, LLC*	Wentworth, SD	Maíz	50	
DENCO, LLC	Morris, MN	Maíz	21.5	
E Energy Adams, LLC	Adams, NE	Maíz		50
E3 Biofuels	Mead, NE	Maíz	24	
E Caruso (Goodland Energy Center)	Goodland, KS	Maíz		20
East Kansas Agri-Energy, LLC*	Garnett, KS	Maíz	35	
Elkhorn Valley Ethanol, LLC	Norfolk, NE	Maíz	40	
ESE Alcohol Inc.	Leoti, KS	Seed Maíz	1.5	
Ethanol Grain Processors, LLC	Obion, TN	Maíz		100
First United Ethanol, LLC (FUEL)	Mitchell Co., GA	Maíz		100
Front Range Energy, LLC	Windsor, CO	Maíz	40	
Gateway Ethanol	Pratt, KS	Maíz		55
Glacial Lakes Energy, LLC*	Watertown, SD	Maíz	50	50
Global Ethanol/Midwest Grain Processors	Lakota, IA	Maíz	95	
	Riga, MI	Maíz	57	
Golden Cheese Company of California*	Corona, CA	Residuos de la industria cervecera	5	
Golden Grain Energy, LLC*	Mason City, IA	Maíz	110	50
Golden Triangle Energy, LLC*	Craig, MO	Maíz	20	
Grand River Distribution	Cambria, WI	Maíz		40
Grain Processing Corp.	Muscatine, IA	Maíz	20	
Granite Falls Energy, LLC*	Granite Falls, MN	Maíz	52	
Greater Ohio Ethanol, LLC	Lima, OH	Maíz		54
Green Plains Renewable Energy	Shenandoah, IA	Maíz	50	
	Superior, IA	Maíz		50
Hawkeye Renewables, LLC	Iowa Falls, IA	Maíz	105	
	Fairbank, IA	Maíz	115	
	Menlo, IA	Maíz		100
	Shell Rock, IA	Maíz		110
Heartland Corn Products*	Winthrop, MN	Maíz	100	
Heartland Grain Fuels, LP*	Aberdeen, SD	Maíz	9	
	Huron, SD	Maíz	12	18
Heron Lake BioEnergy, LLC	Heron Lake, MN	Maíz		50
Holt County Ethanol	O'Neill, NE	Maíz		100
Husker Ag, LLC*	Plainview, NE	Maíz	26.5	

Idaho Ethanol Processing	Caldwell, ID	Residuos de Batata	4	
Illinois River Energy, LLC	Rochelle, IL	Maíz	50	
Indiana Bio-Energy	Bluffton, IN	Maíz		101
Iroquois Bio-Energy Company, LLC	Rensselaer, IN	Maíz	40	
KAAPA Ethanol, LLC*	Minden, NE	Maíz	40	
Kansas Ethanol, LLC	Lyons, KS	Maíz		55
Land O' Lakes*	Melrose, MN	Suero del queso	2.6	
Levelland/Hockley County Ethanol, LLC	Levelland, TX	Maíz		40
Lifeline Foods, LLC	St. Joseph, MO	Maíz	40	
Lincolnland Agri-Energy, LLC*	Palestine, IL	Maíz	48	
Lincolnway Energy, LLC*	Nevada, IA	Maíz	50	
Little Sioux Corn Processors, LP*	Marcus, IA	Maíz	52	
Marquis Energy, LLC	Hennepin, IL	Maíz		100
Marysville Ethanol, LLC	Marysville, MI	Maíz		50
Merrick & Company	Golden, CO	Residuos de la industria cervecera	3	
MGP Ingredients, Inc.	Pekin, IL	Maíz/Almido de Trigo	78	
	Atchison, KS			
Mid America Agri Products/Wheatland	Madrid, NE	Maíz		44
Mid-Missouri Energy, Inc.*	Malta Bend, MO	Maíz	45	
Midwest Renewable Energy, LLC	Sutherland, NE	Maíz	25	
Millennium Ethanol	Marion, SD	Maíz		100
Minnesota Energy*	Buffalo Lake, MN	Maíz	18	
NEDAK Ethanol	Atkinson, NE	Maíz		44
New Energy Corp.	South Bend, IN	Maíz	102	
North Country Ethanol, LLC*	Rosholt, SD	Maíz	20	
Northeast Biofuels	Volney, NY	Maíz		114
Northwest Renewable, LLC	Longview, WA	Maíz		55
Otter Tail Ag Enterprises	Fergus Falls, MN	Maíz		57.5
Pacific Ethanol	Madera, CA	Maíz	35	
	Boardman, OR	Maíz	35	
	Burley, ID	Maíz		50
	Stockton, CA	Maíz		50
	Imperial, CA	Maíz		50
Panda Ethanol	Hereford, TX	Maíz/milo		115
Parallel Products	Louisville, KY	Residuos de la industria cervecera	5.4	
	R. Cucamonga, CA			
Patriot Renewable Fuels, LLC	Annawan, IL	Maíz		100
Penford Products	Cedar Rapids, IA	Maíz		45
Permeate Refining	Hopkinton, IA	Azúcar y Almidón	1.5	
Phoenix Biofuels	Goshen, CA	Maíz	25	
Pinal Energy, LLC	Maricopa, AZ	Maíz	55	

Pine Lake Corn Processors, LLC*	Steamboat Rock, IA	Maíz	20	
Plainview BioEnergy, LLC	Plainview, TX	Maíz		100
Platinum Ethanol, LLC*	Arthur, IA	Maíz		110
Plymouth Ethanol, LLC*	Merrill, IA	Maíz		50
POET	Sioux Falls, SD	Maíz	1,11	375
	Alexandria, IN	Maíz		En Construcción
	Ashton, IA	Maíz		
	Big Stone, SD	Maíz		
	Bingham Lake, MN	Maíz		
	Caro, MI	Maíz		
	Chancellor, SD	Maíz		
	Coon Rapids, IA	Maíz		
	Maízing, IA	Maíz		
	Emmetsburg, IA	Maíz		
	Fostoria, OH	Maíz		En Construcción
	Glenville, MN	Maíz		
	Gowrie, IA	Maíz		
	Groton, SD	Maíz		
	Hanlontown, IA	Maíz		
	Hudson, SD	Maíz		
	Jewell, IA	Maíz		
	Laddonia, MO	Maíz		
	Lake Crystal, MN	Maíz		
	Leipsic, OH	Maíz		En Construcción
	Macon, MO	Maíz		
	Marion, OH	Maíz		En Construcción
	Mitchell, SD	Maíz		
North Manchester, IN	Maíz		En Construcción	
Portland, IN	Maíz			
Preston, MN	Maíz			
Scotland, SD	Maíz			
Prairie Horizon Agri-Energy, LLC	Phillipsburg, KS	Maíz	40	
Quad-County Corn Processors*	Galva, IA	Maíz	27	
Red Trail Energy, LLC	Richardton, ND	Maíz	50	
Redfield Energy, LLC *	Redfield, SD	Maíz	50	
Reeve Agri-Energy	Garden City, KS	Maíz/milo	12	
Renew Energy	Jefferson Junction, WI	Maíz		130
Siouxland Energy & Livestock Coop*	Sioux Center, IA	Maíz	25	35
Siouxland Ethanol, LLC	Jackson, NE	Maíz	50	
Southwest Iowa Renewable Energy, LLC *	Council Bluffs, IA	Maíz		110
Sterling Ethanol, LLC	Sterling, CO	Maíz	42	
Tate & Lyle	Loudon, TN	Maíz	67	38
	Ft. Dodge, IA	Maíz		105
The Andersons Albion Ethanol LLC	Albion, MI	Maíz	55	

The Andersons Clymers Ethanol, LLC	Clymers, IN	Maíz	110	
The Andersons Marathon Ethanol, LLC	Greenville, OH	Maíz		110
Tharaldson Ethanol	Casselton, ND	Maíz		110
Trenton Agri Products, LLC	Trenton, NE	Maíz	40	
United Ethanol	Milton, WI	Maíz	52	
United WI Grain Producers, LLC*	Friesland, WI	Maíz	49	
US BioEnergy Corp.	Albert City, IA	Maíz	300	400
	Woodbury, MI	Maíz		
	Hankinson, ND	Maíz		En Construcción
	Central City , NE	Maíz		En Construcción
	Ord, NE	Maíz		
	Dyersville, IA	Maíz		En Construcción
	Janesville, MN	Maíz		En Construcción
	Marion, SD	Maíz		
U.S. Energy Partners, LLC (White Energy)	Russell, KS	Milo/Almidon de Trigo	48	
Utica Energy, LLC	Oshkosh, WI	Maíz	48	
VeraSun Energy Corporation	Aurora, SD	Maíz	450	440
	Ft. Dodge, IA	Maíz		
	Charles City, IA	Maíz		
	Linden, IN	Maíz		
	Welcome, MN	Maíz		En Construcción
	Hartely, IA	Maíz		En Construcción
	Albion, NE	Maíz		En Construcción
	Bloomington, OH	Maíz		En Construcción
Western New York Energy, LLC	Shelby, NY	Maíz		50
Western Plains Energy, LLC*	Campus, KS	Maíz	45	
Western Wisconsin Renewable Energy, LLC*	Boyceville, WI	Maíz	40	
White Energy	Hereford, TX	Maíz/Milo		100
Wind Gap Farms	Baconton, GA	Residuos de la industria cervecera	0.4	
Renova Energy	Torrington, WY	Maíz	5	
	Hyaburn, ID	Maíz		20
Xethanol BioFuels, LLC	Blairstown, IA	Maíz	5	35
Yuma Ethanol	Yuma, CO	Maíz		40
<b>Capacidad Corriente 131 Plantas</b>			<b>6,9233.4</b>	
<b>En Construcción y Expansión (83)</b>				<b>6,561.9</b>
<b>Total de Capacidad</b>			<b>13,485.3</b>	

### **5.2.1 Regulación sobre los combustibles renovables en EEUU**

El 8 de Agosto de 2005, el Presidente Bush promulgó la ley EPA<sup>26</sup> 2005 (HR6). Esta legislación abarca el área energética de los Estados Unidos, y establece una regulación sobre combustibles renovables, que persigue el duplicar el uso de combustibles biológicos para el 2012.

Bajo la RFS<sup>27</sup> un porcentaje en el consumo total de los EEUU deberán ser combustibles renovables, incluyendo bio diesel y bio etanol, con el objetivo de disminuir los precios de los combustibles, aumentar la seguridad energética, y mejorar el desarrollo del sector rural de ese país. Esta regulación surge como resultado de la negociación entre distintos actores (Estado Nacional, Estados, Industria del Etanol, Industria aceitera, Organizaciones ambientalistas, Organizaciones de agricultores y de consumidores, etc) destinadas para el desarrollo de este tipo de combustibles.

Las principales directrices de la RFS son:

- Abastecer el mercado de biocombustibles con 28.400 millones de litros para el año 2012. A partir del año 2013, por lo menos 800 millones de litros por año, deberán ser provistos por la industria de la celulosa.
- Autoriza a la refinerías para usar combustibles renovables cuando y donde sean más eficientes y efectivos para usar, teniendo en cuenta aspectos de costos, y un sistema de negociación de créditos.
- Aquellas refinerías cuyo consumo sea inferior a 75.000 barriles por día (crudo), están exentas de este programa hasta Enero de 2011.
- Crea sistemas de préstamos, excepciones impositivas y de garantías para los programas de obtención de etanol a partir de celulosa, y de etanol a partir de azúcar.

---

<sup>26</sup> U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). [www.epa.gov/](http://www.epa.gov/)

<sup>27</sup> Renewable Fuel Standard (Estándar de Combustibles Alternativos). [www.epa.gov/otaq/renewablefuels/](http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/)

En los Estados Unidos se producen dos tipos de bio etanol: bio etanol por fermentación y bio etanol sintético. El bio etanol por fermentación o bio etanol, se produce del maíz u otras biomásas y es el bio etanol más común producido, con más del 90% del total. Su uso principal es como combustible, aunque se usa también en la industria de las bebidas alcohólicas y otros usos industriales. El bio etanol sintético se obtiene del etileno, y se usa en numerosas aplicaciones industriales.

En los Estados Unidos, durante el 2006 se usaron 16.654 millones de litros de etanol en distintas mezclas con naftas. El bio etanol se obtiene por un proceso de fermentación similar al de la cerveza, por el cual cosechas con alto contenido de almidón se degradan en azúcares, y éstos son fermentados en etanol, el que es destilado hasta su pureza final.

La mezcla mas común en los EEUU es el E10 (10% bio etanol y 90% de nafta), pero se usan otras mezclas (E85 – E100). Actualmente toda la industria automovilística autoriza el uso del E10 en todos sus productos, aunque algunas con algunas salvaguardias para la carga del mismo.

El bio etanol obtenido a partir de materiales celulósicos (tales como los bagazos, cortezas, madera, residuos de la industria maderera, pastos, etc.) se obtienen a través de un pre tratamiento e hidrólisis para extraer los azúcares y luego fermentación y destilado. Si bien actualmente este producto es mas costoso de obtener que el de maíz o que el de azúcar, la RFS estableció fondos para la investigación y desarrollo.

En los Estados Unidos, la mayoría del bio diesel se obtiene del aceite de soja o de aceites de cocina reciclados. Se usan también algunas grasas animales, otros aceites vegetales y otros aceites reciclados, pero sus costos son mayores y su disponibilidad no es la óptima. El proceso principal es el de transesterificación. El destino de la glicerina es usualmente para la fabricación de jabones.

La norma industrial que se debe usar en la producción de bio diesel es la ASTM<sup>28</sup> D6751, y su aplicación es obligatoria para poder comercializar al mismo. El aceite crudo al no cumplir con estas especificaciones no se considera un combustible de uso legal.

### ***5.3 Brasil***

Brasil es uno de los líderes mundiales en la producción y uso de combustibles renovables. El programa nacional del alcohol (Proalcool) desarrollado y adoptado en 1975 fue “el mayor programa mundial de sustitución de combustibles fósiles”. Estableció el uso (y producción) de bio etanol obtenido de la caña de azúcar, para impulsar automóviles<sup>29</sup>.

Pese a que el uso obligatorio fue enmendado, el bio etanol permanece como un combustible esencial en la matriz energética brasileña. Hoy, el bio etanol representa un 40% del combustible consumido por todos los automóviles de Brasil, y un 15% del total del combustible usado en el transporte.

El consumo de diesel en Brasil, se encuentra en los 40 millones de toneladas por año, concentrado un 80% en el sector transporte y un 17% en la agricultura. En enero de 2005, el gobierno del presidente Lula, estableció que los combustibles diesel deberían tener un contenido mínimo de bio diesel del 2% para 2008, y alcanzar el 5% en el 2013. Aunque los objetivos iniciales eran disminuir más la dependencia con combustibles importados y favorecer el desarrollo rural, posteriormente el presidente posicionó como objetivo de estado el transformar al Brasil como el mayor proveedor mundial de combustibles renovables.

De acuerdo con la información suministrada por la Asociación Brasileira de Industrias de Aceites Vegetales<sup>30</sup>, la producción combinada de todas las plantas

---

<sup>28</sup> ASTM International es un organismo de normalización de los Estados Unidos. [www.astm.org/](http://www.astm.org/)

<sup>29</sup> Ver Capitulo x donde se realiza un análisis detallado de la producción de bio etanol en Brasil

<sup>30</sup> Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. <http://www.abiove.com.br/>

en Brasil en 2010 deberá ser 800.000 de M<sup>3</sup> (77% base soja, 14% base ricino, 9 % base palma). Entre otros proyectos en Brasil, el grupo Bertin (relacionado con los principales frigoríficos) presentó un proyecto para elaborar 100.000 M<sup>3</sup> de bio diesel basado en grasas y sebos bovinos.

De acuerdo con la legislación actual, el mercado potencial de Bio diesel debería ser de 800.000 M3 en el año 2007, hasta llegar a los 2 millones de M3 en el año 2013. La producción industrial en el año 2005 se realizaba en 7 refinerías con una producción de 40.000 M3 (Soyminas en Minas Gerais, Agropalma en Para, Brasil Biodiesel en Piaui, Renobras en Mato Grosso, Granol/Ceralit en Sao Paulo, Ponte di Ferro en Rio de Janeiro y Biolix en Parana). El Ministerio de Minas y Energía, informa que se encuentran en distinto estado de ejecución unos 22 proyectos con inversiones estimadas en R\$ 600 millones (\$ 900 millones, U\$S 300 millones). El mismo informe dije que se proyecta que la capacidad de procesamiento alcanzará los 1.700 millones M3 para fines del 2007.

Si bien dos terceras partes de las plantas declaran operar con soja, la lista de productos incluye el ricino, la palma, la Jatropha curcas, grasas y sebos animales, y semilla de algodón.

Momentáneamente se considera que casi la totalidad de la producción potencial de bio diesel va a ser dedicada al mercado interno, debido la importancia de su mercado y a la intención del gobierno de ir aumentando el contenido de bio diesel en el bio diesel.

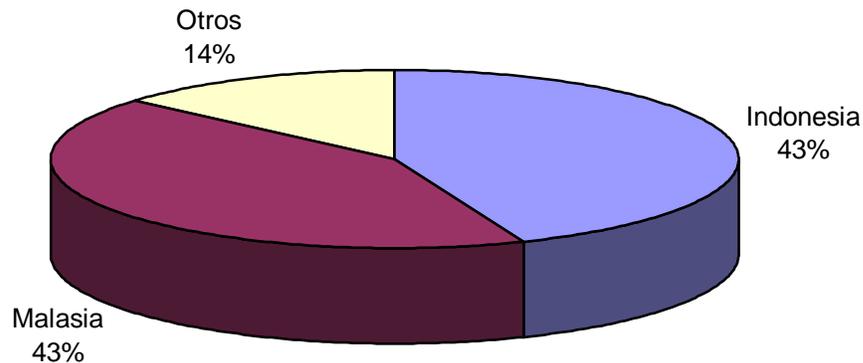
De acuerdo a datos suministrados por Petrobrás, en estos momentos en Brasil existen 21 plantas en operaciones, estando otras 6 en proceso de construcción. La tendencia actual en Brasil es a la construcción de plantas que puedan procesar unas 50.000 toneladas al año de aceites, mínimo. Esto se debe a que los costos involucrados hace que plantas menores hoy carezcan de eficiencia económica.

#### **5.4 Otros países**

El interés por los bio combustibles se ha diseminado por todo el mundo. Dejando de lado aquellos países que por ser grandes productores de combustibles fósiles o por posiciones ideológicas, se observan sino inversiones, el estudio de factibilidad de las mismas.

Tanto **Malasia** como **Indonesia** son grandes productores de aceite de palma<sup>31</sup>. Indonesia con 17,1 millones de toneladas y Malasia con 16,6 millones de toneladas al año e., lideran la producción mundial, según datos suministrados por la secretaría de agricultura de Estados Unidos

***Principales Productores de Aceite de Palma***



Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA

---

<sup>31</sup> El Aceite de palma se trata de un aceite de origen vegetal obtenida del mesocarpio de la fruta de la palma *Elaeis* (*E. guineensis*), este aceite es considerado como el segundo más ampliamente producido sólo superado por el aceite de soja.

En el caso de Indonesia, es a su vez un gran productor de combustibles fósiles (carbón y petróleo) por lo que las inversiones en estudio, están mas orientadas a la exportación de aceite crudo con destino a la elaboración de bio diesel que a la producción y consumo interno. La mayor de estas instalaciones, está en construcción en Pekan Baru, en la isla de Sumatra.

Malasia, en cambio posee un importante parque automotor, y ha establecido un contenido mínimo obligatorio de 5% (B5) para todo el combustible diesel. Si bien originalmente debía entrar en vigor para el año 2007, no ha podido ser implementado aún. También, según el Oil World<sup>32</sup>, se han anunciado inversiones para la instalación de plantas de producción de bio diesel tanto para el mercado europeo, como para Corea del Sur y Japón.

En otros países del sudeste asiático, también están en construcción y anunciadas plantas para la obtención de bio diesel, aunque con destino mayoritario para la exportación. En **Singapur** está en construcción una instalación y anunciada una segunda. En estos casos, también la materia prima sería aceite de palma. Como problema general para el bio diesel de base aceite de palma, hay que referirse a las temperaturas mínimas a las cuales el mismo tiende a solidificarse, lo que sería un inconveniente para su uso en condiciones de bajas temperaturas como el Norte de Europa o Japón.

### **5.5 Perspectivas para la exportación a la Unión Europea de bio diesel producido en Argentina**

Existe el consenso en la Unión Europea que la Argentina puede ser un proveedor importante de bio diesel o de materias primas, siempre que se satisfaga las normas europeas de calidad y de certificación. El no cumplimiento de esto puede generar una barrera para la importación de bio diesel. En cuanto a esto la Comisión Europea solicitó que los proveedores de biocombustibles justifiquen el

---

<sup>32</sup> [www.oilworld.biz/](http://www.oilworld.biz/)

origen de dichos productos y que las materias primas usadas no provengan de lugares que puedan haber sufrido daños ambientales.

Entre los puntos citados por la comisión , conviene destacar:

- No se producen en terrenos que eran anteriormente humedales.
- No implican la destrucción de lugares con bio diversidad importante.
- Se han producido de forma sostenible y amigable con el medio ambiente,
- No se han producido con procesos que consuman mucha agua.
- Su producción no significa el desplazamiento de cultivos para alimentos, tanto para el uso humano como animal.

Desde nuestro punto de vista, las expectativas de exportaciones de bio diesel a Europa, tendrían que tener en cuenta:

- El cumplimiento estricto de los requerimientos de la legislación de la Unión Europea.
- El cumplimiento de la norma de calidad EN14214.
- La producción mediante el uso de prácticas agrícolas ambientalmente amigables
- No generar el desplazamiento de la producción de alimentos.
- La no aplicación por parte de la Unión Europea de barreras arancelarias o para arancelarias.
- Analizar la conveniencia de contar con socios locales (de la Unión Europea).

## **5.6 Resumen**

La búsqueda de combustibles renovables, ha sido incentivada por los acuerdos del protocolo de Kyoto, y por el deseo de muchos países de no depender de los combustibles fósiles.

En la Unión Europea, sobre fines de los 80, se destinan fondos para producción de energía, químicos y medicamentos, que utilizaran materias primas agrícolas, como medio de canalización de estos excedentes. Desde los 90, fabricas de automotores investigaron sobre el uso del bio diesel, y el desarrollo de motores para estos combustibles. El proceso parecía detenerse, dada la falta de incentivos a partir de los bajos precios del petróleo. Pero las posteriores crisis y consecuente reflejo en los precios del crudo, reaniman las investigaciones.

Dentro de los países productores de bio diesel en la Unión Europea, se destacan, Alemania con una producción aproximada del la mitad del total, seguida por Francia e Italia que producen un tercio del total.

El bio diesel, es el principal biocombustible de la Union Europea. En el año 2003, se establece marco legal para el desarrollo del mercado de bio combustibles y se suscriben un conjunto de objetivos combinados, como ser reducción de emanaciones de gases con efecto invernadero y CO<sub>2</sub>, modificar matriz energética actual, reconversión agrícola, con menores áreas de cultivo subsidiado.

El principal cultivo para la obtención de bio diesel en la Unión Europea es la colza, pero la rápida expansión de la demanda y el alto precio del aceite de colza van a obligar al uso de otros aceites como los de soja o los de palma por su menor valor y mayor disponibilidad. Otro inconveniente que enfrenta la Unión Europea es la disponibilidad de tierras para la producción de bio combustibles.

La Comisión Europea, para el uso y la producción de bio combustibles, realiza un primer informe en el año 2006, donde enfatiza en desarrollar estrategias de

producción obligatoria de bio combustibles por estado. Especial importancia, otorgan al hecho de la dependencia actual en la importación de combustibles fósiles de la Unión Europea.

En el caso de los Estados Unidos, se creó en el año 2001 la Commodity Credit Commission (la famosa CCC) quien implementó el Bioenergy Program que otorgó subsidios para la producción de bio combustibles. Por la enorme producción de maíz, el combustible mas utilizado es el bio etanol. Dado los precios relativos actuales, de las materias primas, es más rentable en los Estados Unidos, la producción de bio etanol, que la de bio diesel.

La ley EPA 2005 de los Estados Unidos, establece una regulación sobre combustibles renovables, que persigue el duplicar el uso de combustibles biológicos para el 2012. Se crean sistemas de préstamos, excepciones impositivas y de garantías para los programas de obtención de etanol a partir de celulosa, y de etanol a partir de azúcar.

Nuestro país vecino, Brasil, es uno de los líderes mundiales en la producción y uso de combustibles renovables. El programa nacional del alcohol (Proalcool) desarrollado y adoptado en 1975 fue “el mayor programa mundial de sustitución de combustibles fósiles”.

Tanto Malasia como Indonesia son grandes productores de aceite de palma, liderando la producción mundial. En el caso de Indonesia, es a su vez un gran productor de combustibles fósiles (carbón y petróleo) por lo que las inversiones en estudio, están mas orientadas a la exportación de aceite crudo con destino a la elaboración de bio diesel que a la producción y consumo interno.

Nuestro país puede ser un proveedor importante de bio diesel o de materias primas, siempre que se satisfaga las normas europeas de calidad y de certificación.

## **6. Producción de caña azúcar y bio etanol en Brasil: Conocimiento “in situ”**

Durante los días del 13 al 25 de Agosto del 2007 y del 23 al 30 de Septiembre del 2007, se realizaron dos viajes a Brasil, a los estados de San Pablo, Paraná, Minas Gerais, Goias y Alagoas, a los fines de visualizar in situ las condiciones de producción de caña de azúcar, y la obtención de azúcar y de etanol.

Se pudo observar que el sector sucroalcoholero vive un momento especial en su historia, con el reconocimiento mundial de la importancia de los bio combustibles para la sustitución de derivados del petróleo.

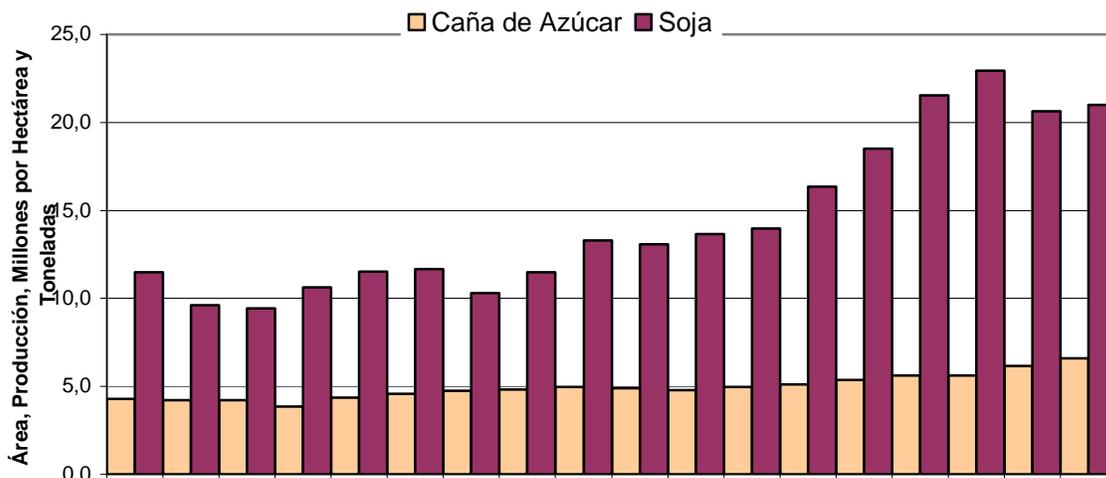
El bio etanol obtenido de la caña de azúcar, surge claramente como una de las mejores alternativas por su competitividad económica. Si se lo compara con los costos para producir la misma cantidad de kilocalorías como etanol base maíz (EEUU) o remolacha azucarera (Unión Europea), la captura de energía fotosintética es claramente superior en la caña de azúcar.

De acuerdo a las cifras suministradas por la CONAB<sup>33</sup>, y corroboradas por integrantes del sector sucroalcoholero, se estima que durante la campaña agrícola 2007/08, la producción de caña de azúcar de Brasil alcanzará los 528 millones de toneladas, un 20% más que en la campaña anterior. Si bien los precios internacionales de los commodities agrícolas han sufrido un incremento, mientras que el precio del azúcar crudo ha sufrido una disminución, se puede visualizar el reemplazo de áreas “sojeras” por las plantaciones de caña.

---

<sup>33</sup> Compañía Nacional de Abastecimiento. [www.conab.gov.br/](http://www.conab.gov.br/)

### Área Sembrada: Soja y Caña de Azúcar-Brasil

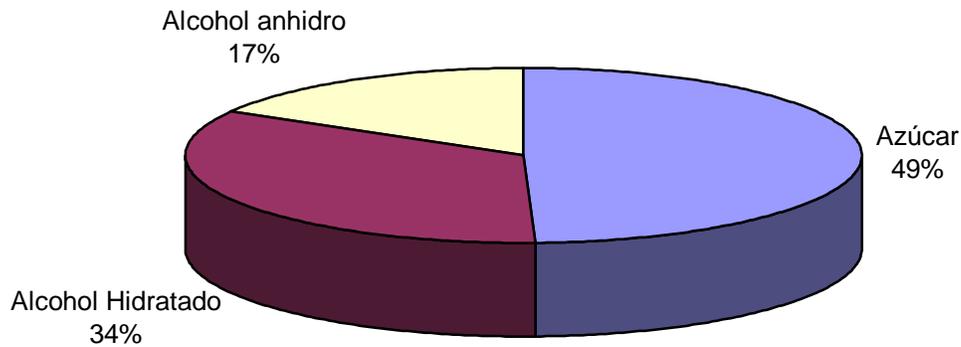


Fuente: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

De acuerdo con Alcopar (Asociación de productores de Alcohol y Azúcar del Estado de Paraná), durante la zafra 2006/07, un 49,5% de la producción de caña se dedicó a la producción de azúcar, un 33,7% a la producción de alcohol hidratado y un 16,8% a la producción de Alcohol anhidro.

Durante el año 2006, Brasil exportó 18,9 millones de toneladas de azúcar y 3,4 Millones de M3 de alcohol por un valor total de 8.200 Millones de dólares. El principal estado exportador es el de San Pablo, con más de 13,1 millones de toneladas de azúcar y 2,5 millones de M3 de alcohol, seguido por Alagoas, Paraná y Minas Gerais.

### Producción Caña de Azúcar: Destino



Fuente: Alcopar

El principal importador de alcohol fueron los Estados Unidos con 1,7 millones de M3 (casi un 50% del total), seguidos por Holanda y Japón. El mercado importador de azúcar brasileiro se encuentra mucho mas fragmentado, con Rusia como principal comprador (4,4 millones de toneladas) seguido por los Emiratos Árabes (1,1 millones/tn.) e Irán (1,2 millones/tn).

Sólo en el estado de Paraná se encuentran operando en la producción de azúcar y/o alcohol 18 empresas y cooperativas, con un total de 25 unidades en producción, previéndose que para fines de este año este número alcance a 30. Los rendimientos de caña por unidad de superficie varían de acuerdo con las condiciones de suelo, clima y variedad. Las plantaciones se realizan en forma manual con los surcos a 1,5 metros disponiéndose de un gran número de variedades. En el reciente congreso sobre variedades realizado en Ribeirao Preto

(SP) el 22 de Agosto, la UFSC<sup>34</sup> presentó cuatro variedades de caña, mientras que el Centro de Tecnología Canavieira lanzó otras cuatro.

Este avance fito tecnológico se refleja en un incremento de la producción de alcohol por unidad de superficie que pasó de los 3.000 litros en 1986 a los casi 10.000 actuales<sup>35</sup>.

El rendimiento por hectárea varía de entre 135 toneladas por hectárea en el primer corte (de acuerdo a la región y a los fertilizantes) hasta los 60 toneladas en el 7º u 8º corte, cuando se considera que la plantación ya no es más económicamente eficiente y debe ser reemplazada por una nueva.

En general se ha observado que:

- Todas las plantaciones se realizan por curvas de nivel para evitar los efectos de la erosión hídrica.
- Los ingenios (“usinas”) realizan mayor uso de la fertilización en aquellos lotes que son administrados en forma directa por ellos.
- Las técnicas generales de manejo incluyen el uso de la vinaza y de la torta de filtro como fertilizantes.
- El bagazo es usado en casi su totalidad para la producción de energía, ya sea quemándolo o para la generación de energía eléctrica (en algunos casos mediante el uso de hornos pirolíticos).
- En los estados del sur (Paraná y San Pablo, y cada vez mas en Minas Gerais) se usan un mix de variedades (precoces, medias y largas) para lograr una zafra que dure casi todo el año (de los 180 días a los 270 actuales, con una tendencia incremental de 300 días).
- Las unidades están incrementando su volumen de moliendo. Una usina media molía menos de un millón de toneladas de caña al año hace 10 años.

---

<sup>34</sup> Universidad Federal de Santa Catarina

<sup>35</sup> Este es el valor máximo citado por la industria. De las entrevistas realizadas en los distintos ingenios, se obtiene un valor promedio cercano a los 8.000 litros

Ese valor aumentó a casi 2 millones, con un objetivo de 5 millones para los próximos 5 años.

- No toda la caña se cosecha mecánicamente. Desgraciadamente es común observar el quemado de la caña.
- Tanto la producción de caña (cultivo y cosecha), como las tecnologías varían en el Sur de Brasil comparado con los ingenios visitados en el Nordeste.

Respecto al tamaño de los ingenios, una comparación con el Ingenio Ledesma, de la firma del mismo nombre, nos puede servir para ilustrar. El Ingenio Ledesma, tal vez el más moderno e integrado de la Argentina, muele unos 5 millones de toneladas de caña por año, con una producción de azúcar levemente superior a las 450.000 toneladas.

Es importante destacar que actualmente no sólo se investiga el contenido de sacarosa como objetivo deseado, sino que el contenido de fibra ha dejado de ser un problema. Con el mayor uso de las calderas para la generación de vapor y la obtención de energía eléctrica, la fibra está siendo valorizada. No sólo por los usos indicados más arriba sino también por los nuevos procesos de obtención de alcohol mediante la hidrólisis de las fibras vegetales.

Las variedades más ricas en materia verde, son también las que mejor se adaptan a los suelos de fertilidad baja o media, teniendo una mayor productividad. Con el uso de enzimas, la celulosa presente en la fibra es descompuesta en unidades más cortas, que pueden fermentarse para la obtención de alcohol.

El rendimiento de azúcar y/o de alcohol por unidad de peso, va a variar de acuerdo con condiciones ambientales, de suelo y de variedad. Normalmente la industria considera que por tonelada de caña se obtienen unos 125 kilos de ART (Azúcares Reductores Totales) o unos 85 litros de alcohol. Según el Dr. José Adriano da Silva Dias, el contenido de ART por tonelada de caña puede llegar a

unos 144 kilos en la actualidad. De acuerdo con el mismo profesional ya se pasó de los 180 días iniciales de molienda, a los más de 270 actuales, siendo el objetivo de la industria alcanzar los 330 días.

Respecto a la producción de energía eléctrica y su provisión al sistema nacional, como ejemplo podemos citar al ingenio de la Usina Santa Terezinha, en Tapejara o a la planta de la empresa Vale do Ivaí en San Pedro de Ivaí, ambas en el estado de Paraná y visitadas en nuestra gira.

La primera de ellas genera unos 50 MW/hora y la segunda 40 MW/hora. En ambos casos, consideran producir energía eléctrica unos 10 meses al año (zafra de 300 días). En el primer caso, estando el ingenio a máximo uso, consideran que podrán proveer un 60 % de su producción al mercado eléctrico. Por su parte la segunda empresa es más conservadora en su estimación, ya que ha encarado un proyecto de producción de levaduras en forma conjunta con Alltech (principal empresa productora de levaduras a nivel mundial). Este proyecto que espera producir 25.000 millones de toneladas de levaduras durante este año, va a aumentar el consumo de energía, por lo que consideran que sólo dispondrán de un sobrante del 40% durante unos 6 meses al año.

A los fines de poder cuantificar la productividad y eficiencia económica de una hectárea de caña se puede desarrollar el siguiente ejercicio:

Una hectárea de caña produce entre 135 y 65 toneladas de caña con un rendimiento de alcohol de 85 a 100 litros por tonelada de caña. Resulta significativo mencionar que si una hectárea posee un rendimiento menor a 65 toneladas, la misma se considera no eficiente y se la extrae, realizando una nueva plantación.

Si consideramos un promedio de 90 toneladas por hectárea y de 90 litros de alcohol por tonelada, obtenemos una producción de 8.100 litros de etanol por

hectárea. Si el poder calorífico de un litro de etanol es de 6.500 Kcal por litro, la generación de energía es de 52,65 Mega Cal/ha.

El consumo de combustibles líquidos en la República Argentina es de aproximadamente 234 Millones de Mega Calorías/año (expresado como valor calorífico, ya que esta mezcla está compuesta por diversos combustibles como el diesel, el fuel oil, las naftas y el GNC).

Por lo expresado en el párrafo anterior, serían necesarias unas 4,5 millones de hectáreas de caña para abastecer las necesidades actuales de combustibles líquidos en la Argentina, quedando un remanente de bagazo que se puede usar para la generación de vapor y de energía eléctrica.

Como valores referenciales se pueden citar:

- Área sembrada con soja en la Argentina, campaña 2006/07: 16,5 millones de hectáreas
- Área sembrada con maíz en la Argentina, campaña 2006/07: 3,75 millones de hectáreas
- Área plantada con caña en Brasil, campaña 2007: 6,5 millones de hectáreas
- Área plantada con caña en la Argentina, campaña 2007: 0,3 millones de hectáreas

Como vemos, el auto abastecimiento de combustibles renovables de origen biológico es posible. Obviamente no toda el área agrícola argentina reúne las condiciones para el cultivo de la caña, fundamentalmente respecto a temperaturas y ausencia de heladas prolongadas. Pero es claro que existen áreas no explotadas en estos momentos que permitirían el cultivo y su industrialización.

Es sumamente importante destacar que el cultivo de la caña está estrictamente relacionado con su industrialización en forma local, cercana. No puede existir el

cultivo de caña, alejado de los ingenios, ya que la relación volumen/peso es tan elevada que el precio de los fletes juega un papel más que importante.

Como ejemplo de esto, podemos citar los precios recopilados en la Usina Cidade Gaúcha – USIGA, ubicada en el municipio del mismo nombre en el estado de Parana. Dicho ingenio paga a los productores situados en las inmediaciones del ingenio 42 Reales por tonelada de caña, mientras que a productores situados a 20 km, reciben 29 Reales por tonelada.

Sin embargo no todo debe verse (ni puede) color “de rosa” respecto a la caña y su cultivo. Entre las amenazas detectadas se pueden citar:

- Todos los problemas generales a un mono cultivo.
- El exceso de ferti irrigación tanto sea por el uso de la vinaza, como de la torta de filtro (o cachaza), que incrementan el contenido de Potasio en el suelo, generando una salinización del mismo.
- Un esquema de producción con alta necesidad de capital, que desplaza al productor independiente al no poder acceder el mismo a los niveles de financiamiento o de capital necesarios.
- Ese mismo esquema de producción que favorece la concentración operativa.

Del análisis de los números correspondientes a las exportaciones de productos por el Brasil, surge claramente que el porcentaje exportado, en relación a lo producido, es superior para el azúcar (casi el 50 % de lo producido se exporta) en comparación con el alcohol (sólo el 20 % se exporta).

Surge la pregunta ¿Si el alcohol es mejor “negocio” por qué no se exporta un porcentaje mayor, por qué no se procesa más azúcar para obtener más alcohol?. Las respuestas hay que buscarlas por el lado de la demanda real, no teórica.

- En el caso de Brasil, existe una flota de vehículos “full fuel flexible” que pueden usar tanto etanol como naftas puras y cualquiera de sus mezclas. Estos vehículos no se encuentran masivamente disponibles en el resto del mundo.
- Carencia de buques tanque adecuados para el transporte de etanol.
- Carencia de polductos y tanques que permitan un adecuado traslado y almacenamiento de este combustible.

Tal como dice Cárdenas “Para llevar a cabo un proyecto de producción de biocombustibles es necesario contar con tierras apropiadas para el cultivo de la materia prima vegetal y además, con instalaciones industriales adecuadas para la transformación de la materia prima en el bio combustible propuesto. También hay que tener instalaciones para su almacenaje, y contar con la logística adecuada para que ese combustible sea distribuido a las bocas de expendio desde las que se proveerá a los vehículos que lo empleen tratando de usar, para este propósito, la menor cantidad de energía posible” (Cárdenas, Jerónimo . Estación Experimental Obispo Columbres, Tucumán).

Estas mismas limitaciones se pueden observar dentro de Brasil. En general los estados y los ingenios que destinan más producto a la exportación son los situados en los estados costeros, mientras que los situados más en el interior, tienden a abastecer los mercados internos, tanto sea de combustibles como de azúcar.

El gráfico siguiente, obtenido de Coopersucar<sup>36</sup> nos muestra la “curva de aprendizaje” para la producción y consumo de etanol en Brasil.

---

<sup>36</sup> Cooperativa Regional de Agropecuária do Sul Catarinense



Esta curva relaciona los costos de producción, en dólares por metro cúbico, con el consumo acumulado de etanol, en metros cúbicos.

Podemos ver como el costo fue evolucionando de los casi 700 U\$\$ a los menos de 200 U\$\$ en la actualidad (Nota: el precio de venta en las estaciones de servicio, por litro de etanol varía entre los 1,00 y los 1,26 Reales, en función de los precios observados en esta gira. Las Usinas venden el litro de etanol a un precio final, incluidos los impuestos de 0.70 Reales).

La pendiente de la curva nos indica una ganancia de la productividad de un 4% anual.

*Imágenes tomadas de cultivo de Caña de Azúcar en Brasil*





## Localización de las Usinas en Brasil



Fuente: Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Estratégico (Nipe)

## **6.1 Resumen**

De los viajes realizados al Brasil, para observar in situ, el proceso de obtención de bio etanol derivado de la caña de azúcar, se concluye que la misma se erige como una de las mejores alternativas por su competitividad económica. Para la campaña 2007/8 la producción de caña de azúcar se incrementa un 20% con relación a la campaña anterior. A pesar de un incremento del precio internacional de la soja en relación al de la caña de azúcar se puede visualizar el reemplazo de áreas “sojeras” por las plantaciones de caña.

Durante zafra 2006/07, la mitad de la producción de caña se distribuyó entre la producción de alcohol hidratado y alcohol anhidro.

Si trazamos un paralelo, de la política productora de caña en Brasil, en la Argentina, podemos concluir que, con 4.5 millones de hectáreas de caña, alcanzarían para abastecer las necesidades actuales de combustibles líquidos de la Argentina.

Como valores referenciales se pueden citar, que Brasil actualmente ocupa un área plantada de un 50% superior a esta cifra proyectada para la Argentina.

Comparando con áreas locales de siembra, se puede decir que el valor de referencia hallado para ocupar con caña de azúcar, demandaría menos de un tercio del área sembrada de soja, o la misma cantidad de hectáreas de siembra de maíz.

Obviamente no toda el área agrícola argentina reúne las condiciones para el cultivo de la caña, fundamentalmente respecto a temperaturas y ausencia de heladas prolongadas.

Como ventaja, se puede considerar, que existen áreas no explotadas, y que por lo tanto, el desarrollo de una política pro caña de azúcar, no implicaría, una decisión de sustitución de las actuales áreas ocupadas.

## **7. Situación actual de los Biocombustibles: Argentina y Santa Fe**

### **7.1 Bio diesel**

La producción de bio diesel a nivel nacional se estima en unas 200.000 toneladas métricas para el año 2007. Si a este valor se le adiciona el aumento, tanto en el número de plantas (se detalla en la tabla x) como en la capacidad de las ya instaladas, se estima que para el año 2008 la producción total alcanzará más de 800.000 toneladas, cifra que logrará cubrir “teóricamente” el cupo del 5% de corte establecido por la ley 26.093.

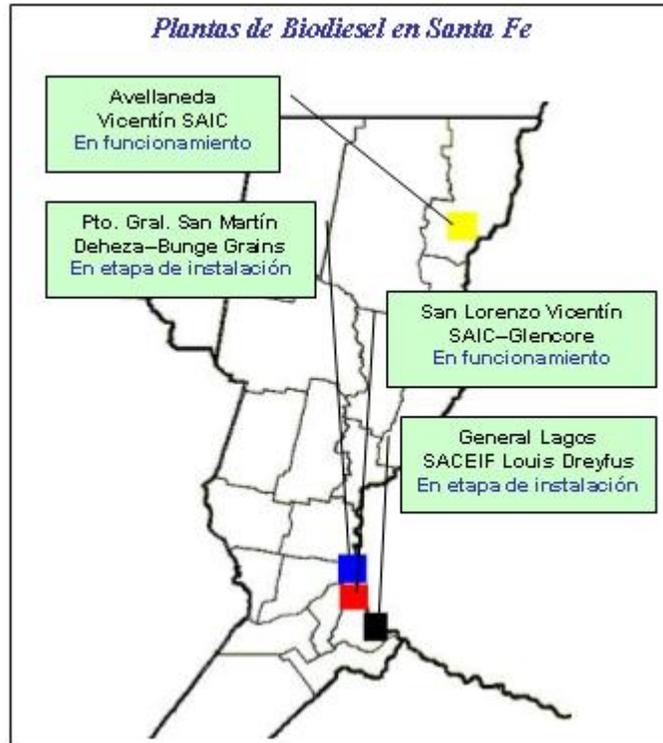
Decimos “teóricamente” ya que la producción potencial de estas plantas, que detallaremos a continuación, están orientadas a la exportación.

Seguidamente mencionaremos las cuatro plantas principales, ubicadas en el territorio de la provincia de Santa Fe, y luego hacemos una reseña de las demás, que se encuentran en diferentes etapas.

1. Avellaneda, Departamento General Obligado. Vicentín SAIC. 50.000 toneladas/año. *En funcionamiento.*
2. San Lorenzo, Departamento San Lorenzo. Joint Venture entre Vicentín SAIC y Glencore, denominado RENOVA. En las instalaciones de la Terminal Fluvial Vicentín. 240.000 toneladas/año. *En funcionamiento.*
3. Puerto General San Martín, Departamento San Lorenzo. Aceitera General Deheza – Bunge Grains. En las instalaciones de Terminal 6. 240.000 toneladas/año. *En proceso de instalación.*
4. General Lagos, Departamento Rosario. SACEIF Louis Dreyfus. En las instalaciones de la propia empresa en General Lagos. 300.000 toneladas/año. *En proceso de instalación.*

<b>Empresa</b>	<b>Detalles</b>	<b>Localidad</b>	<b>Dep.</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>AFA Salto Grande</b>	Proyecto de construcción de pequeña planta piloto para el procesamiento de colza. Poseen otro proyecto en la localidad de San Genaro.	Salto Grande	Iriondo	24.000	En funcionamiento
<b>Bio Diesel SA (Grupo Argentino Seon)</b>	Nueva planta de biodiesel. Empresa de capitales Españoles.	Sancti Spiritu	General López	24.000	Próximo a inaugurar.
<b>BIOCOM</b>	Proyecto	Alvear	Rosario		
<b>Calchaquí</b>	Proyecto	Calchaquí	Vera		
<b>Cargill</b>	Proyecto de inversión.	No Definido	No Definido		
<b>Don Atilio</b>	Proyecto.	Murphy	General López		
<b>Explora</b>	Proyecto de inversión.	Puerto San Martín	San Lorenzo	120.000	Plan de inversión
<b>Fimaco</b>	Proyecto	Esperanza	Las Colonias		Proyecto
<b>GEA Biodiesel</b>	Proyecto de radicación de planta	San Lorenzo	San Lorenzo	60.000	Plan de inversión
<b>Grupo de contratistas rurales de Firmat</b>	Proyecto	Firmat	General López		Proyecto
<b>Grupo Eurnekian</b>	Adquisición de una planta que pertenecía a una aceitera de la familia Buyatti. La planta se especializará en crushing de aceite, que servirá para producir biocombustibles.	San Lorenzo	San Lorenzo		Plan de inversión
<b>Horreos de Murphy (ex Semillero Continental)</b>	Proyecto de elaboración de biocombustibles	Murphy	General López		Proyecto
<b>ICI (Ex Duperial)</b>	Proyecto en las instalaciones de su planta química	San Lorenzo	San Lorenzo		Proyecto
<b>Jose María Galiano</b>	Proyecto de inversión.	Rosario	Rosario		Proyecto
<b>La Camila</b>	Proyecto	San Justo	San Justo		Plan de inversión
<b>Mitsui Argentina SA (grupo Japonés)</b>	Proyecto de inversión consistente en la radicación de una planta elaboradora de etanol. No se ha decidido su localización: se estudia Santa Fe y Buenos Aires	No Definido	No Definido		Proyecto

<b>Molinos Río de la Plata S.A.</b>	Proyecto de radicación de planta elaboradora. Plan de inversión.	Rosario	Rosario	100.000	En Construcción
<b>Oil Fox</b>	La producción estará destinada en un 100% al mercado externo.	San Lorenzo	San Lorenzo	240.000	En Construcción
<b>Recomb</b>	Reforma de planta industrial	Aldao y Arroyo Seco			
<b>Repsol YPF</b>	Proyecto de inversión de 30 millones de dólares destinado a la construcción de planta de bio diesel de una capacidad de 100.000 toneladas anuales. Aún no se decidido su localización. Se evalúan con posibilidades la Provincia de Santa Fe y Buenos Aires	No Definido	No Definido	100.000	Proyecto
<b>Ricedal Alimentos</b>	Proyecto	Chabás	Caseros		Proyecto
<b>Rosario Bio Energy SA</b>	Plan de inversión destinado a producir aproximadamente 2,5 millones de litros anuales de bio diesel en un predio del área industrial. Se estima producir 30.000 toneladas de bio diesel al año.	Roldán	Rosario	300.000	En Construcción
<b>Spinaci, Juan</b>	Proyecto	Tostado	Nueve de Julio		Proyecto
<b>Sucesión de Gobbi Rogelio y Nuss Alberto</b>	Producción de Bio diesel: Se realizará con expeler resultante de la extracción de aceites de las oleaginosas, p/ la producción del Bio diesel.	Villa Ocampo	General Obligado		Próximo a inaugurar.
<b>Terminal Puerto Rosario SA, Oil M&amp;S (Cristóbal López)</b>	El emprendimiento incluye tanques para almacenar unas 50 mil toneladas (dos barcos). El objetivo es también convertirse en puerta de salida de otras compañías elaboradoras de biocombustible. La planta se construirá sobre un terreno de cinco hectáreas.	Rosario	Rosario	200.000	En Construcción
<b>UNITEC BIO S.A.</b>	El proyecto apunta levantar cuatro plantas. La primera estará en funcionamiento en enero 2008	Puerto General San Martín	PTO GRAL SAN MARTIN	200.000	Inicio del 2008



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe

Como se puede apreciar, la mayoría de todas estas inversiones están ubicadas a la vera del Río Paraná, en complejos industriales aceiteros con su puerto de embarque.

Esto nos muestra que las mismas están destinadas o planificadas para volcar su producción al mercado externo. Por más que como dijimos en el primer párrafo, se genere un mercado interno, por la disposición de la ley de usar mezclas con contenidos mínimos, por las conversaciones mantenidas con algunos representantes de las empresas arriba citadas, el mercado interno no es muy atractivo debido a las “excesivas regulaciones” establecidas por la ley y su decreto reglamentario (cupos por empresa, precios administrados, ley de abastecimiento, etc.). Las condiciones actuales de demanda externa presentan por un lado buenos precios y por el otro sólo el cumplimiento de las normas de calidad fijadas en cada país (básicamente EN14214 y ASTM D6751 según se destinen al mercado europeo y el estadounidense respectivamente).

A la fecha de realización de este informe, ya se han realizado dos embarques de bio diesel a través de las instalaciones de la Terminal Fluvial Vicentín en San Lorenzo. La primera de ellas tuvo como destino Alemania, mientras que la segunda fue a los Estados Unidos. En ambos casos las compras fueron realizadas por una empresa alemana, a través de la trader Glencore.

La producción de bio diesel en Argentina ha tenido un carácter artesanal y a nivel de chacra o de escuela agro técnica. Durante la segunda gestión del gobernador Carlos Reutemann, la provincia de Santa Fe realizó estudios para la producción de bio diesel en forma conjunta con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. No fue este el primer estudio encarado a nivel provincial, ya que anteriormente, durante la gestión del gobernador José María Vernet, la Dirección de Asesoramiento Técnico (dato suministrado por el Licenciado Jorge Moore) en forma conjunta con la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, probó el funcionamiento de bio diesel puro en motores diesel suministrados por la fábrica de tractores Zanella de Las Varillas, provincia de Córdoba.

A nivel privado, se puede citar el proyecto encarado por el ingeniero Gauchat de Esperanza (profesor también de la cátedra de Maquinaria Agrícola de la FAVE-UNL<sup>37</sup>) quién diseñó y puso en marcha una pequeña planta piloto en su fábrica, Agrimaq, en Esperanza.

Estos ensayos fueron abandonados ya que su objetivo era encontrar un uso alternativo a la soja, afectada en esos años por una serie de bajos precios internacionales y en algunos casos altas retenciones a nivel nacional, y poder reemplazar el consumo de gas oil a nivel chacra, que tenía un alto precio interno. Algunos productores encararon la construcción de mini plantas. Si bien se ha tratado de emplear soja como materia prima, el bajo rendimiento de materia grasa,

---

<sup>37</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral

el bajo precio del gas oil, y la no disponibilidad de un sistema de transporte y almacenamiento adecuados, han hecho que de las plantas visitadas, ninguna se encuentre en producción.

Otro punto a tener presente, es que las cuatro inversiones principales citadas, se hacen en forma conjunta entre empresas nacionales y grupos internacionales. Las empresas nacionales son grandes industrias aceiteras, que disponen de una red de abastecimiento de materia prima (soja), una afiatada logística (desde uso de camiones y trenes, hasta barcas), plantas de molienda y extracción de solvente, plantas de almacenamiento y puertos de embarque. Las contrapartes internacionales, además de asegurarles el financiamiento, disponen de las redes de comercialización internacional.

## **7.2 Bio etanol**

Si bien las ventajas agroecológicas citadas para la producción de bio diesel se aplican para la producción de bio etanol, no existen al momento en el territorio de la provincia de Santa Fe ninguna planta que pueda producirlo.

En el segundo semestre del corriente año, la Secretaria de Agricultura de la Nación y el gobierno de Santa Fe firmaron un convenio de cooperación para el desarrollo de los biocombustibles en el norte de la provincia, fundamentalmente etanol utilizando como insumo la caña de azúcar.

El objetivo es que el PROSAP<sup>38</sup> (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales) brinde cooperación técnica a la provincia, mediante un programa de asistencia para la identificación y formulación de un proyecto, destinada a la evaluación de incorporar nuevas tecnologías aplicadas al manejo de los cultivos de caña de azúcar.

---

<sup>38</sup> El PROSAP es un programa federal, que comenzó a implementarse en 1996, con fondos del Banco Mundial (BIRF), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de los presupuestos de la Nación y las Provincias. Sus recursos se destinan al financiamiento de proyectos de inversión para el desarrollo agropecuario en las provincias. El PROSAP se ejecuta bajo la dirección y responsabilidad de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación

Entre las principales tecnologías a incorporar, se tiene el sistema de riego por gravedad (esto permitirá generar riego para una amplia superficie y va a posibilitar un incremento en la productividad por hectárea), por represado del arroyo Los Amores y la construcción del canal desde Puerto Piraguacito hasta la cuenca cañera.

El objetivo de este convenio es duplicar la producción de caña de azúcar y generar trabajo pleno de los dos ingenios existentes, tanto el de Villa Ocampo como en el de Las Toscas, como así también la elaboración de bio etanol, para lograr, desde el punto de vista económico y social, desarrollo en el norte santafesino.

En el XV Congreso de Aapresid<sup>39</sup>, Gerónimo Cardeñas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Columbres de Tucumán, indicó que la caña de azúcar cumple con las premisas fundamentales para ser considerada como una muy buena materia prima para la producción de bio etanol, tanto por sus niveles posibles de producción como por sus balances energéticos, ambiental e impacto social, ya que la misma incide en el desarrollo de áreas rurales que son una fuente multiplicadora para la economía nacional. Se puede observar en la siguiente imagen, que el área destinada a la producción de caña de azúcar, según Cardeñas, comprende el norte de Santa Fe.

---

<sup>39</sup> Realizado del 14 al 17 de agosto del 2007 en la Ciudad de Rosario, Santa Fe.



La producción actual de bio etanol se destina fundamentalmente para su uso en la producción de agroquímicos, para uso humano, farmacéutica o de perfumería, y superó las 250.000 toneladas en el año 2006. La producción estuvo mayoritariamente concentrada en unos 15 ingenios situados en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy, mientras que existe una lista larga de productores, todos para uso humano, pero de muy pequeños volúmenes. La materia prima principal es el azúcar de caña, aunque existen plantas que usan sorgo, maíz y/o mosto de uva.

Muchas de las destilerías que funcionan en el NOA<sup>40</sup>, son obsoletas tecnológicamente, ya que son producto de las inversiones realizadas durante la vigencia del plan Alconafta de principios de la década del 80. Posteriormente, la disminución temporaria de los precios del petróleo y el incremento en la producción nacional de petróleo y gas, hicieron que se perdiera interés en este plan y no se realizaron mayores inversiones.

A fines del 2006, se inauguró un Tucumán una planta para la producción de bio etanol, pero hasta esta fecha, por más que ha comenzado la zafra azucarera correspondiente al año 2007, no existe información verificable de que la misma esté en producción. Según datos periodísticos, la planta tendría una capacidad de

---

<sup>40</sup> Región de Noroeste Argentino

producción de 350 metros cúbicos por día y usaría como materia prima azúcar de caña y melaza.

El grupo Adecoagro, informó de sus intenciones de instalar un polo productivo de bio etanol a partir de maíz y sorgo en la ciudad de Venado Tuerto (Santa Fe). El proyecto contempla la producción de “Gluten Meal” y “Gluten Feed” como co productos del etanol, y su uso en un feed lot y un mega tambo, asociados a este proyecto.

En general, se puede decir que existe un interés para la construcción de plantas procesadoras de etanol pequeñas o medianas. Pero por otra parte, en nuestra búsqueda de información, se nos comunicó que existen bastantes demoras en los proveedores internacionales por la gran demanda mundial de este tipo de plantas.

Al igual que para el bio diesel, el impuesto a la exportación es del 5%, pero tiene una devolución del 4% en el caso de las empresas promovidas de acuerdo a la ley nacional citada precedentemente.

Algunos analistas consideran que debido a la eficiencia de los productores maiceros, su costo de producción de etanol sería similar o inferior al de producción a partir de caña de azúcar. Pero por otro lado, la cámara que agrupa a los ingenios azucareros informó que éstos están en condiciones de poder abastecer al mercado con los mínimos requeridos por la legislación para el año 2010.

Se considera que el volumen de azúcar a exportar durante el año 2007, será cercano a las 700.000 toneladas (600.000 toneladas en el 2006); los niveles internacionales de precio de este año son inferiores a los del año pasado, por lo que muchos ingenieros creen que esta es una buena oportunidad para diversificar su producción, mejorar su eficiencia operativa y mantener un precio de equilibrio en el mercado interno de azúcar.

### **7.3 Terminales Portuarias y plantas de Molienda en la zona Rosafé<sup>41</sup>**

Es importante destacar las inversiones realizadas en terminales portuarias y la capacidad de molienda en la zona comprendida en 200 Km. alrededor de Rosario, Santa Fe.

Las inversiones en terminales portuarias y plantas de procesamiento se pueden clasificar dentro de los siguientes tipos:

- a. Construcción de nuevas terminales portuarias
- b. Construcción de plantas procesadoras
- c. Incremento de la capacidad de procesamiento
- d. Incremento de la capacidad de elevación

En todos los casos, estas inversiones también implican el incremento de la capacidad de almacenamiento, la diversificación en las formas de almacenamiento (líquidos), y la ampliación en la capacidad de recepción. Todas estas inversiones implican el movimiento, almacenamiento y elevación de mayor volumen de mercadería.

Algunas de las inversiones no llevan consigo la construcción de una terminal portuaria, mientras que otras no contemplan en su programa de inversiones la construcción de una planta de procesado en un futuro mediano. Tampoco se reflejan en estos datos las inversiones que se hacen en almacenamiento no permanente, como los silo-bolsas (Cargill), las celdas australianas (Terminal 6), etc. Además se han hecho inversiones en toda la cadena de almacenamiento y transporte, como las plantas de acopio primario o la mejora en la capacidad de transporte por ferrocarril.

---

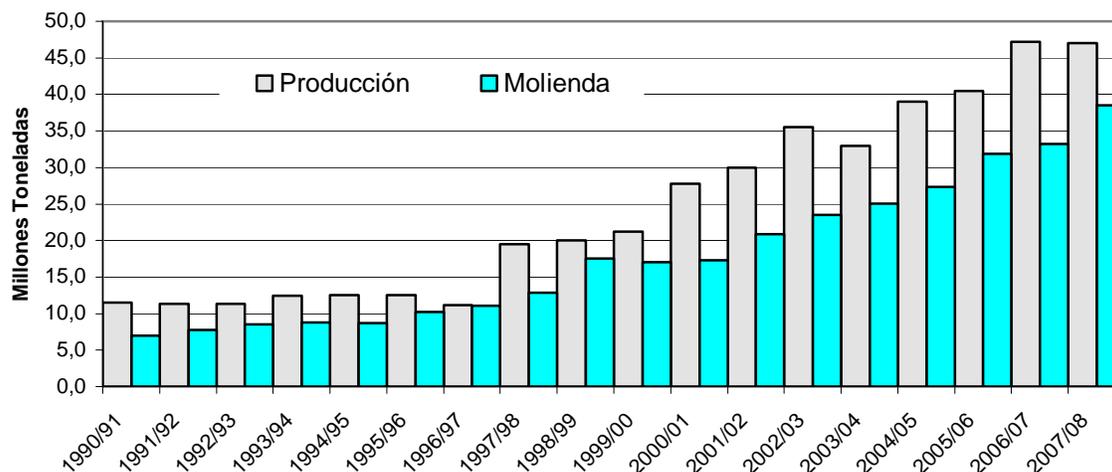
<sup>41</sup> Se llama zona Rosafé, desde el punto de vista granario, al hinterland de la ciudad de Rosario, es decir a la zona que produce y tritura granos que son exportados por unidades de embarque ubicadas en la margen derecha del río Paraná en una franja que va desde Puerto San Martín (40 km. al norte de Rosario), hasta Villa Constitución (40 km. al sur).

En el informe semanal de la Bolsa de Comercio de Rosario del 11/04/05, el Contador Rogelio Pontón dice: “En base a datos del Anuario de J. J. Hinrichsen 2005, la capacidad de crushing de oleaginosas de nuestro país llegaba, en la segunda mitad del año 2005, a 108.508 toneladas por día, lo que implica, considerando 300 días de actividad en el año, una capacidad teórica anual de 32.552.000 toneladas. En nuestra estimación la capacidad sería algo mayor de 111.624 toneladas por día y 33.487.200 toneladas en un año.”



Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

### **Evolución de Producción y Molienda en Argentina**



Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

En base a los datos del mismo informe, tres provincias, Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba, concentran 106.660 toneladas de esa capacidad de molienda. A su vez, del cuadro 2 de este informe, surge que 49.000 toneladas de las 54.000 en que se ampliaría la capacidad se situarían en la provincia de Santa Fe. Por grupo de empresas, el conjunto Bunge-AGD concentraría la mayor capacidad de molienda con 45.100 toneladas.

De acuerdo con datos extraídos del anuario 2005 de la firma J.J. Hinrichsen<sup>42</sup> y citados por el informe de la Bolsa de Comercio de Rosario<sup>43</sup>, se molieron durante el año 2004, casi 27.300.000 toneladas, (mas del 80 % de la capacidad teórica).

De estos 37,3 millones de toneladas, se molieron 24,3 millones de toneladas de soja, con una producción de 4,6 millones de toneladas de aceite y 19,1 millones de toneladas de harinas, pellets y expellers. No se han podido obtener estadísticas confiables respecto a la producción de aceite crudo y de aceite refinado, ni de las

<sup>42</sup> <http://www.jotajota.com.ar>

<sup>43</sup> [www.bcr.com.ar](http://www.bcr.com.ar)

cantidades producidas de harina, pellets y expellers, ni de los distintos tipos dentro de cada categoría (normal, “low pro”, “high pro”, “súper high pro”).

De girasol se molieron 2,8 millones de toneladas, con una producción de 1,2 millones/tn de aceites, y de casi 1,2 millones de toneladas de pellets. Las estadísticas citan cantidades de lino, maní, algodón, cártamo y canola, siendo solamente superior a las 100.000 toneladas, la molienda de maní con una producción de 42.000 toneladas de aceite.

Citando el informe de la Bolsa de Comercio de Rosario es importante reflejar el siguiente párrafo:

“A nivel de América, es decir incluyendo a los tres principales productores de soja, Estados Unidos, Brasil y Argentina, las principales empresas de crushing son las siguientes (incluimos los proyectos en nuestro país):

- Cargill: en nuestro país tendría una capacidad diaria de 25.600 toneladas a la que hay que agregar la capacidad instalada en Brasil por 12.700 toneladas y la instalada en Estados Unidos por 34.834 toneladas. En total 73.134 toneladas por día.
- Bunge: en nuestro país tendría una capacidad diaria de 27.300 toneladas a la que hay que agregar la capacidad instalada en Brasil por 30.100 toneladas y la instalada en Estados Unidos por 24.221 toneladas. En total 81.621 toneladas.
- ADM: en nuestro país no tiene ninguna planta. En Brasil tiene instalada una capacidad de 12.650 toneladas por día a la que hay que agregar la capacidad instalada en Estados Unidos por 47.082 toneladas. En total 59.732 toneladas.

- Coimbra-Dreyfus: en nuestro país tendría una capacidad diaria de 20.000 toneladas a la que hay que agregar una capacidad de 11.050 toneladas de Brasil. No pudimos determinar la existencia de ninguna planta en Estados Unidos. En total 31.050 toneladas.”

En función de los datos arriba citados, y de datos aportados por las empresas consultadas, hemos realizado el siguiente cuadro:

<i>Puerto</i>	<i>Capacidad de almacenamiento</i>		<i>Molienda</i>	<i>Capacidad de embarque/hora</i>	
	<i>Áridos</i>	<i>Líquidos</i>		<i>Áridos</i>	<i>Líquidos</i>
<i>Diamante</i>	60.000	No	No	900	No
<i>Noble Group</i>	235.000		No	1.300	No
<i>Dreyfus Timbues</i>	600.000	37.500	Si	1.300	800
<i>Terminal 6</i>	1.300.000	110.000	Si		
<i>Norte</i>				1.600	800
<i>Sur</i>				1.800	800
<i>Resinfor</i>				No	650
<i>Quebracho</i>	550.000	30.000	Si	1.800	800
<i>Nidera</i>	225.000	80.000	Si	1.600	800
<i>ACTISA Transito</i>	150.000	12.000	No	1.200	700
<i>Bunge Pampa</i>	400.000		Si	2.000	600
<i>Bunge Dempa</i>	150.000	45.000	No	1.000	600
<i>ACA</i>	300.000	36.000	No	1.500	850
<i>ICI</i>	No	No	No	No	250
<i>Vicentín</i>	250.000	30.000	Si	1.800	700
<i>San Benito</i>	260.000	50.000	Si	2.600	1000
<i>U III</i>	82.000	No	No	850	No
<i>GuiDe</i>	No	60.000	No	No	750
<i>U VI</i>	123.000	No	No	1.600	No

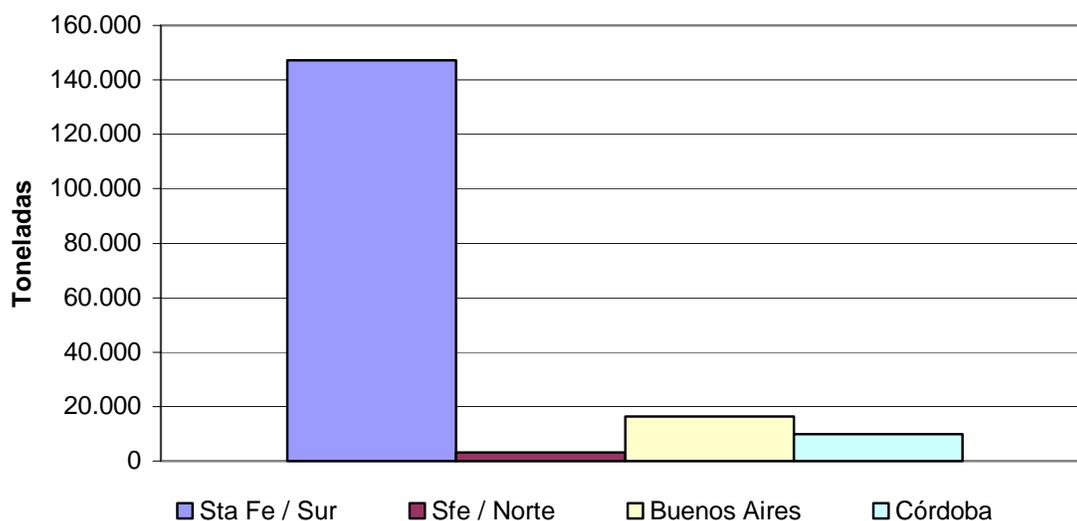
<i>U VII</i>	75.000	No	No	3.000	No
<i>Cargill V. G. Gálvez</i>	500.000	75.000	Si	1.500	1.000
<i>Cargill Alvear</i>	250.000	No	No	2.000	No
<i>Dreyfus Gral. Lagos</i>	1.100.000	88.000	Si	2.500	800
<i>ACTISA A° Seco</i>	100.000	No	No	2.000	No
<i>Bunge Ramallo</i>	1.200.000	9.000	Si	2.000	800

El cuadro anterior refleja sólo parcialmente la forma en que se han ejecutado y se ejecutarán las inversiones en el sector. Por ejemplo, no aparecen inversiones efectuadas por empresas como Nidera, que han hecho cambios en las cintas de embarque para aumentar (más que duplicar la capacidad de embarque por hora).

Otras inversiones que no se reflejan, son las hechas en capacidad de almacenamiento (T6, Dreyfus Gral. Lagos) o en líneas de procesamiento (aumento marcado en la capacidad de producción de harinas, mientras que no se han hecho inversiones en plantas de pelleteado).

Si tenemos en cuenta las plantas cuya producción es casi totalmente probable dirijan su producción a los puertos del área Rosafé (arco fluvial comprendido entre las localidades de Ramallo en la provincia de Buenos Aires, Km. 322 y Timbúes en la provincia de Santa Fe, Km. 452, del Río Paraná), la capacidad de molienda es de 140.000 MT por día. En el gráfico siguiente se puede apreciar la significativa diferencia que existe entre la capacidad de molienda en el área Rosafé y las demás zonas.

### Capacidad de procesamiento



Fuente: Elaboración Propia

Estos datos de molienda y extracción por solvente, indican el volumen máximo por día. Si bien el grueso de la extracción es sobre soja, este sistema permite tanto la extracción de aceite de soja, como de girasol, algodón, colza/canola, etc., por lo cual no hay mayores limitantes para la producción de aceite de varias procedencias.

La principal limitante estaría dada por la necesidad de la industria de trabajar en procesos de extracción de aceites "grado alimenticio". Consideramos que la industria no estaría dispuesta a "contaminar" sus sistemas con semillas cuyo aceite no sean aptas para el consumo humano, ya que el objetivo principal de la industria aceitera y de harinas proteicas en la provincia de Santa Fe son los mercados para alimentación humana, directa o indirectamente.

Si bien la capacidad de molienda se ha incrementado en años recientes, no sucede lo mismo con la capacidad de refinación. Las modificaciones de las regulaciones IMO y Marpol<sup>44</sup> para el transporte de aceites vegetales, que obligan al uso de barcos con doble casco a partir del 1 de enero de 2007, ha hecho que se deban usar barcos químicos o de reciente construcción para el transporte de aceites vegetales.

Muchos de estos barcos químicos tienen sus tanques o algunos de ellos, de acero inoxidable, lo que los hace aptos para el transporte de aceites refinados. Esto ha hecho incrementar los embarques de los mismos, por lo que varias empresas están estudiando inversiones en áreas de refinación.

Es de fundamental importancia el seguimiento de este complejo, ya que da ventajas comparativas y competitivas importantes para el establecimiento de un polo generador de bio diesel de exportación. De las inversiones a considerar gran parte de ellas ya se encuentran y funcionando:

- Recepción de materia prima: porotos de soja y otras semillas oleaginosas.
- Instalaciones de determinación de la calidad.
- Instalaciones para el almacenamiento de la materia prima.
- Plantas de extracción por solvente.
- Tanques para el almacenamiento del aceite crudo.
- Instalaciones para el almacenamiento de las harinas.
- Cintas de embarque para las harinas.

Restan hacer mas plantas de refinación del aceite, las plantas de esterificación, tanques para el almacenamiento de bio diesel (que pueden ser tanques de almacenamiento de aceite vegetal reconvertidos) y líneas de embarque de bio diesel.

---

<sup>44</sup> Reglas para prevenir la contaminación por los Buques.

**Plantas Aceiteras y Capacidad de Molienda en la zona Rosafé**

Empresa / Planta	Localidad Planta	Provincia	Proc./día 2006	Inversión anunciada	Proc./día 2007	Obs.
			TM			
<b>Bunge Arg. SA</b>			<b>22300</b>	<b>5000</b>	<b>27300</b>	
Terminal 6 SA	Puerto General San Martín	Sta. Fe	17000		17000	50% Bunge y AGD
Bunge Arg. Pampa-Dempa	Puerto General San Martín	Sta. Fe	8000		8000	
Bunge Arg.	San Jerónimo Sur	Sta. Fe	2200		2200	
Bunge Arg.	Tancacha	Cba.	3600		3600	
Bunge Arg.	Ramallo	Bs. As.		5000	5000	
<b>Cargill SACI</b>			<b>25600</b>		<b>25600</b>	
Puerto Quebracho	Puerto General San Martín	Sta. Fe	9000		9000	
Cargill SACI	Va. Gob. Galvez	Sta. Fe	13000		13000	
Cargill SACI	Necochea	Bs. As.	1700		1700	
Cargill SACI	Ingº White	Bs. As.	1900		1900	
<b>Molinos Río de la Plata</b>			<b>21700</b>		<b>21700</b>	
Fab. Aceites Sta. Clara	Rosario	Sta. Fe	4200		4200	
Ex PeCom	San Lorenzo	Sta. Fe	17500		17500	
<b>SACEIF Louis Dreyfus</b>			<b>20000</b>	<b>8000</b>	<b>28000</b>	
Lagos	Gral. Lagos	Sta. Fe	12000		12000	
Timbues	Timbres	Sta. Fe	8000	8000	16000	

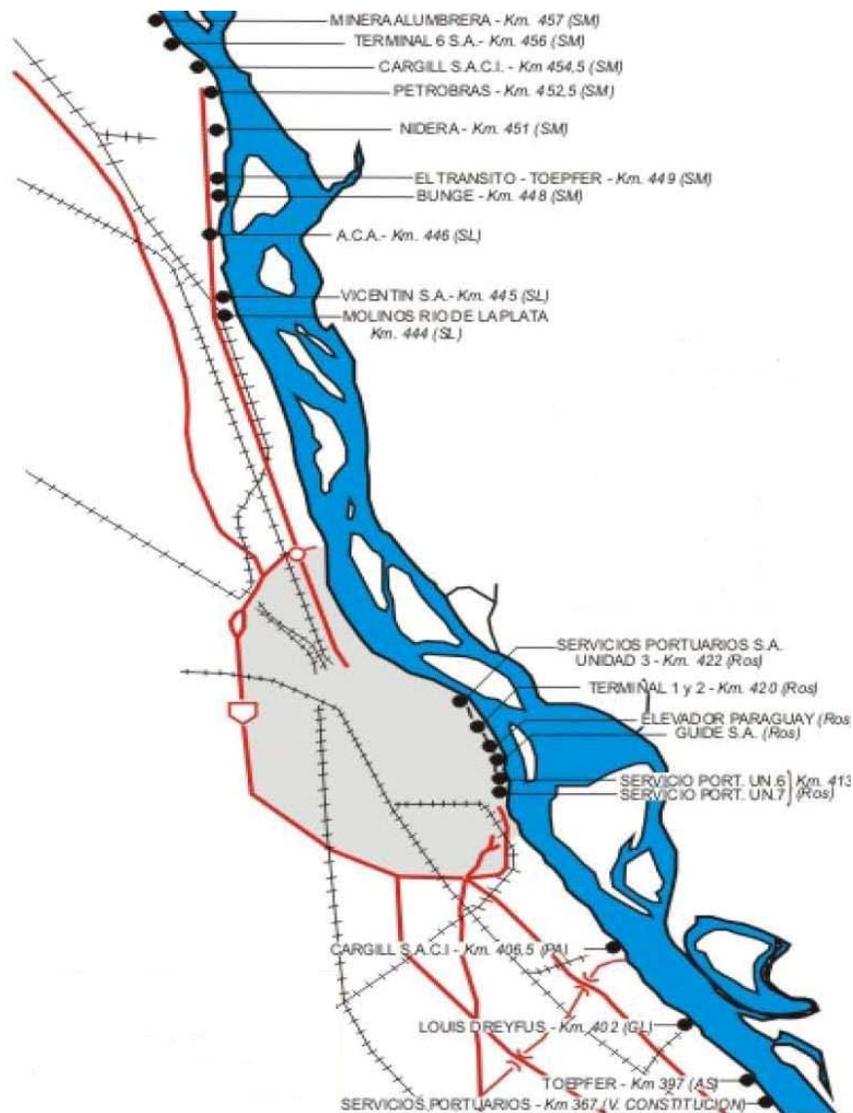
<b>Vicentin SAIC</b>			<b>21400</b>		<b>21400</b>	
Vicentin SAIC	San Lorenzo	Sta. Fe	6500		6500	
Aceitera Puerto San Lorenzo	San Lorenzo	Sta. Fe	8500		8500	
Vicentin SAIC	San Lorenzo	Sta. Fe	5300		5300	
Vicentin SAIC	Avellaneda	Sta. Fe	1100		1100	
<b>Aceitera General Deheza</b>			<b>17800</b>		<b>17800</b>	
Terminal 6 SA	Puerto General San Martín	Sta. Fe	17000		17000	50% Bunge y AGD
Aceitera Chabás	Chabás	Sta. Fe	3000		3000	
AGD	Gral. Deheza	Cba.	5800		5800	
ex FACA	Velez Sarfield	Cba.	500		500	Parada
<b>Buyatti SAICA</b>			<b>4500</b>		<b>4500</b>	
Reconquista	Reconquista	Sta. Fe	1500		1500	
San Martín	Puerto General San Martín	Sta. Fe	3000		3000	
<b>Nidera SA</b>			<b>6320</b>		<b>6320</b>	
Nidera SA	Puerto General San Martín	Sta. Fe	4000		4000	
Nidera SA	Saforcada	Bs. As.	2200		2200	
Victoria Cereales	Victoria	E. Ríos	120		120	Parada
<b>Oleaginosa Moreno Hnos SA</b>			<b>3800</b>		<b>3800</b>	
Oleaginosa del Oeste	Gral. Villegas	Bs. As.	2000		2000	

OMHSA	Daireaux	Bs. As.	1800		1800	
<b>TANONI HNOS</b>	Bombal	Sta. Fe	<b>1000</b>		<b>1000</b>	
<b>AFA CL</b>	Los Cardos	Sta. Fe	<b>500</b>		<b>500</b>	
<b>Productos de Maíz SA</b>			<b>1840</b>		<b>1840</b>	
Productos de Maíz SA	Chacabuco	Bs. As.	1000		1000	
Productos de Maíz SA	Baradero	Bs. As.	840		840	
<b>Resto</b>			<b>8050</b>		<b>8050</b>	
<b>Total zona</b>			<b>154810</b>	<b>13000</b>	<b>167810</b>	

#### **7.4 Ventajas comparativas y competitivas en la Provincia de Santa Fe para la producción de biocombustibles**

Sobre el río parana se encuentra el mayor número de terminales de granos, representando el mayor polo de crushing del mundo.

#### **Terminales portuarias del Up River Paraná**



Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

#### **7.4.1 Vías Navegables**

Con el aumento sostenido en la capacidad de molienda que experimenta nuestro país, tal como explicamos anteriormente, cobra mayor relevancia la importación de soja de países vecinos, la cual por razones de logística y costo de fletes, el transporte fluvial parece ser el más adecuado.

El sistema hidrovario del MERCOSUR asciende, aproximadamente, a 7.000 Km. De extensión, abarcando territorio argentino, brasileño, paraguayo, uruguayo y boliviano.

El sistema esta constituido por los ríos Paraná (desde la confluencia de los ríos Paranaíba y Grande en Brasil hasta la desembocadura en el Río de la Plata), el Paraguay (desde su nacimiento en el estado de Mato Grosso en Brasil hasta su desembocadura en el Paraná en Confluencia), el Tieté (en el estado de San Pablo-Brasil) en el tramo inferior del Uruguay y el Río de la Plata.

Dentro de esa cuenca se distinguen dos hidrovías:

1. Paraguay-Paraná (desde el puerto de Cáceres, en el estado brasileño de Mato Grosso, hasta el puerto de Nueva Palmira en la Republica Oriental del Uruguay) con una extensión de 3.310 Km. La misma es navegable a 32 pies desde el Océano hasta Puerto San Martín y 22 pies desde allí hasta Santa Fe con un canal de 100 metros de ancho. Desde allí hasta Corumbá (Km. 2.800), es navegable por barcazas con un calado, en determinadas épocas del año, de entre 2 y 2,5 metros (entre 6 y 8 pies). Finalmente, al norte de Corumbá y hasta Cáceres (Km. 3.440) es actualmente navegable por barcazas mas pequeñas de 6 pies de calado. En este último tramo es donde se enfrentan mayores resistencias para acometer tareas de acondicionamiento y profundización, por los eventuales problemas ecológicos que esas obras podrían traer sobre el Pantanal.

2. Tiete-Paraná (desde Piracicaba y Conchas en las proximidades de la ciudad de San Pablo sobre el Tieté y desde San Simón, sobre el Paranaíba, hasta la desembocadura del Paraná en el Río de la Plata) con una extensión total del aproximadamente 4.300 Km. (2.400 en el territorio brasileño y 1.900 en el territorio argentino). Esta hidrovía es navegable en territorio argentino hasta el Puerto de Iguazú, dado que están operables las esclusas de Yacireta. En el territorio brasileño, finalizada la construcción de la esclusa de Jupirá, la hidrovía se puede navegar en un total de 2.400 kilómetros, aunque con barcazas algo más pequeñas. El transporte fluvial continuo desde San Pablo hasta Buenos Aires habría que construir las esclusas de la represa de Itaipú que permitan salvar el desnivel de 115 metros. Provisoriamente, la transposición de Itaipú podrá realizarse a través de un trasbordo camionero (by pass).



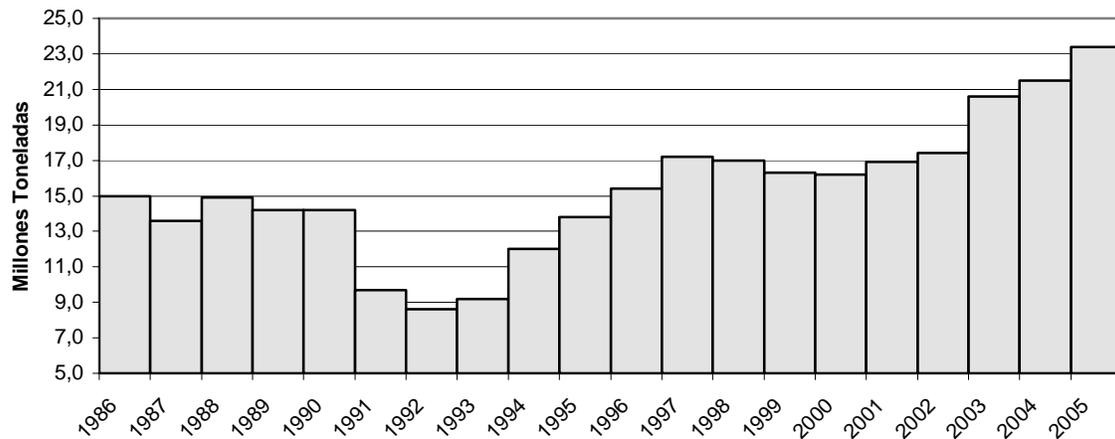
Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

### **7.4.2 Líneas Ferroviarias de Carga**

Creemos que el ferrocarril es uno de los medios de locomoción que deber jugar un papel estratégico fundamental en la producción de biocombustibles, habida cuenta que el transporte es el componente del gasto más importante que debe enfrentar el que provee el insumo para producir dicha energía renovable.

Desde el comienzo del proceso de desregulación económica y privatización de distintos servicios, se fueron produciendo mejoras y por ende, un crecimiento sostenido en la carga transportadas.

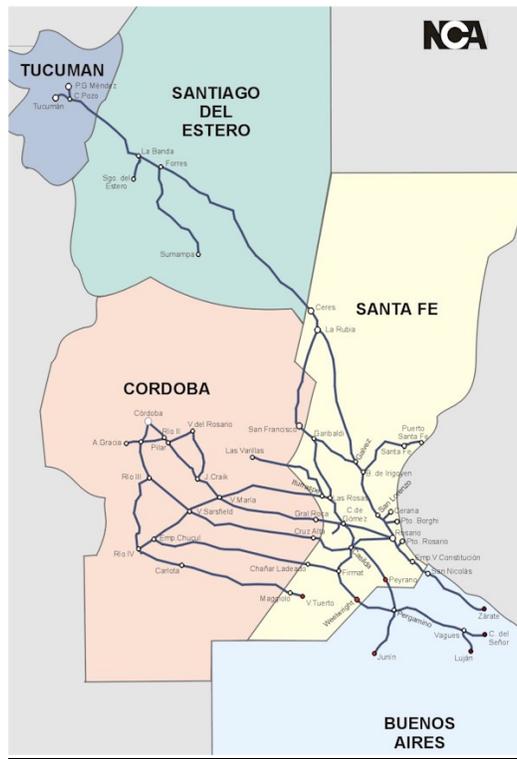
***Evolución Transporte de Granos por Ferrocarril***



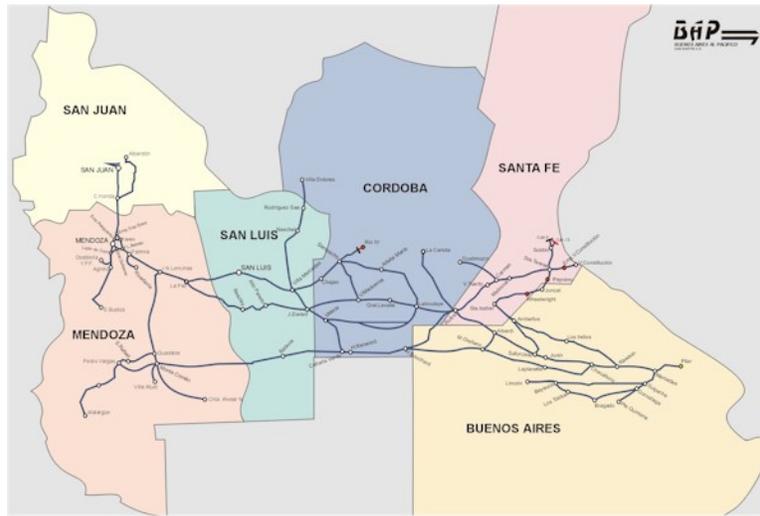
Se puede apreciar que tanto las líneas, Nuevo Central Argentino<sup>45</sup> y el ALL (América Latina Logística Central S.A.)-ex BAP (Ferrocarriles Buenos Aires al Pacífico) y ex Mesopotámico y el Belgrano Carga, poseen su tendidos de vías férreas por los puertos de Rosario,

<sup>45</sup> Opera alrededor de 5.000 kilómetros de líneas de carga en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Santiago del Estero y Tucumán.

a- Nuevo Central Argentino



b- ALL-ex BAP





### **7.4.3 Anillo Circunvalar Rosario**

El Proyecto Circunvalar Rosario es un nuevo proyecto de inversión, impulsado desde el sector privado con intereses vinculados en la producción y comercialización de agro graneles, que busca su respaldo en el sector público, tanto nacional como provincial y municipal.

Dicho proyecto está contenido en un programa de ordenamiento del transporte de cargas terrestres mediante una adecuación de la red ferroviaria y sus accesos a las terminales industriales y portuarias de la Región Metropolitana Gran Rosario. El mismo busca minimizar las interferencias con el área urbanizada y complementar con zonas de operaciones ferroviarias asociadas a plataformas de actividades logísticas. El objetivo principal por alcanzar es lograr un nuevo ordenamiento funcional, operativo y jurídico del transporte de carga que posibilite mejorar su eficiencia mediante la reducción de los costos de explotación.

Como obra de infraestructura comprende la construcción de una traza ferroviaria de 70 kilómetros de doble vía, que une la localidad de Pueblo Esther (ubicada al sur de la ciudad de Rosario) con la ciudad de San Lorenzo (en el extremo norte), paralela a la Ruta Nacional AO12, donde están situadas las ciudades de Rosario, Villa G. Gálvez, Alvear, Gral. Lagos, Arroyo Seco, Piñero, Roldán, Ricardone, Puerto San Martín, San Lorenzo, Fray Luis Beltrán, Capitán Bermúdez y Granadero Baigorria.

La obra se compone básicamente de un anillo perimetral, pensado para la transferencia de cargas, que semi-circunvala la ciudad de Rosario, y en el cual convergirían distintos ramales que actualmente ingresan, en parte a la Ciudad. Además, el proyecto contempla la transformación de la Ruta Nac. AO12 en una autopista, duplicando la calzada en toda su extensión, con cruces a distintos niveles con otras rutas nacionales y provinciales; previendo el diseño de nuevos accesos para camiones a las terminales portuarias.



## **7.5 Resumen**

Se estima que para el año 2008, la producción total de bio diesel en la Argentina, alcanzará a cubrir el cupo del 5% de corte establecido por la ley 26.093. Si bien estas condiciones son reales, también es real que las plantas productoras que hoy funcionan, están orientadas a la exportación.

La mayoría de las plantas productoras, se encuentran localizadas a la vera del río Paraná, en complejos aceiteros, con puerto de embarque, lo que facilita la logística de transporte con destino al mercado externo. El mercado externo, presenta precios atractivos, y una legislación clara al momento de cumplimentar normas de calidad. En contraposición, el mercado interno, se encuentra inmerso en una legislación con excesivas regulaciones.

Las principales plantas ubicadas en la provincia de Santa Fe, son inversiones conjuntas de empresas nacionales y grupos internacionales. Existen entre ambas, complementación ya que las empresas nacionales disponen de una red de abastecimiento de materia prima (soja), una afiatada logística, plantas de molienda y extracción de solvente, plantas de almacenamiento y puertos de embarque. Las contrapartes internacionales, además de asegurarles el financiamiento, disponen de las redes de comercialización internacional.

Con respecto al bio etanol, no existen al momento en el territorio de la provincia de Santa Fe ninguna planta que pueda producirlo. Siendo la caña de azúcar el principal insumo para la producción de bio etanol, el norte de Santa Fe puede considerarse zona apropiada para instalaciones.

En la región Rosafé, gran parte de las inversiones necesarias para la producción de bio diesel, ya se encuentran instaladas, a las cuales hay que sumarles como ventajas, las redes de comunicación y transporte, ya sean por redes fluviales, ferroviarias, o terrestres. La concreción del Anillo Circunvalar Rosario, que armonizaría las redes anteriores añadiría una ventaja más para que la provincia

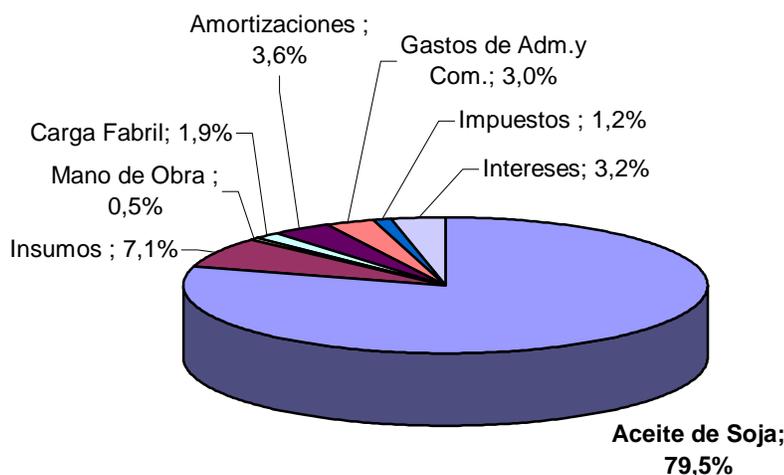
de Santa Fe, líder mundial en procesamiento de oleaginosa del mundo, se posiciona como productor significativo en biocombustibles.

## **8. Estructura de costos**

El objetivo en el presente capítulo es exponer la estructura teórica de costos de producción, de bio diesel y bio etanol, base soja y maíz respectivamente. Dicho proceso se realiza teniendo en cuenta una planta con capacidad para producir 100.000 toneladas anuales.

La metodología que emplearemos consta de dos pasos. El primero, es realizar dicho análisis sin la incorporación de la venta del subproducto, y el segundo consta de, una vez realizado esto, incorporar dicho subproducto, pero no como un ingreso adicional al margen bruto, sino como una variable que disminuye los costos. El objetivo es exaltar la importancia que tiene, tanto la glicerina, para el bio diesel, como el DDGS (granos de destilería de maíz desecados con solubles), para el bio etanol, en el mejoramiento de la ecuación económica desde el punto de vista del gasto.

***Estrucutra de Costos (Planta de Bio diesel de 100.000 Tn.  
Anuales)  
sin venta de Glicerina***

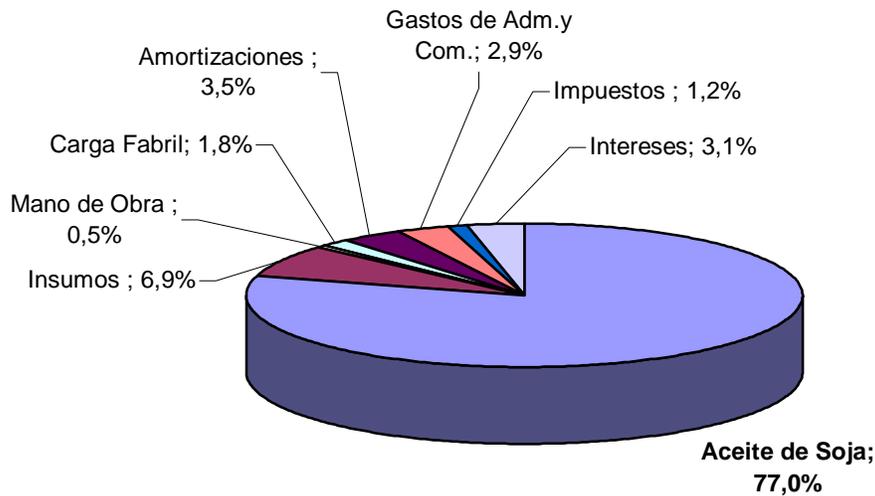


Fuente Elaboración propia en base a datos de Claudio A. Molina

En el caso del bio diesel, la proporción del aceite de soja, sin tener en cuenta la venta de glicerina, es del 79,5%. Dicho cifra disminuye al 77% cuando incorporamos dicha venta. Le siguen en orden de importancia la variable insumos

(metanol y catalizador) con el 7,1%, reduciéndose a 6,9% con los beneficios de la comercialización del subproducto.

**Estructura de Costos (Planta de Bio diesel de 100.000 Tn.  
Anuales)  
con venta de Glicerina**



Fuente Elaboración propia en base a datos de Claudio A. Molina

Con el fin de determinar la relación existente entre el principal costo de producción del bio diesel, aceite de soja, y el costo por litro de aquel, se confeccionó una planilla en el que todos los costos, a excepción del aceite de soja, se mantuvo constante (ceteris paribus)<sup>46</sup>. Dicha relación queda expresada en el siguiente gráfico, donde el precio final obtenido del litro de bio diesel es posterior a la deducción de los impuestos.

El mismo tiene pendiente positiva, indicando un vínculo directo: a medida que aumenta el precio por tonelada de aceite de soja aumenta el costo del bio diesel por litro.

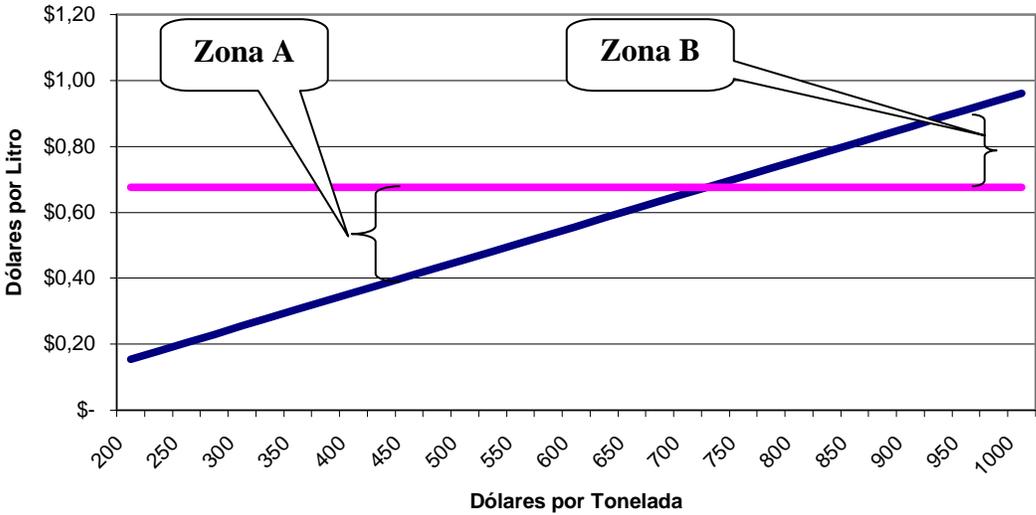
<sup>46</sup> Locución latina que significa "permaneciendo el resto constante".

Una vez realizado este análisis, se dispuso graficar el precio de gasoil, también después de los impuestos, para determinar cuales son las zonas donde es conveniente importar gasoil y cuales no. Dicho estudio tiene como único objetivo determinar cuando se incentiva la producción de bio diesel para destino al mercado interno.

La estructura en el precio del gasoil esta compuesta de la siguiente manera:

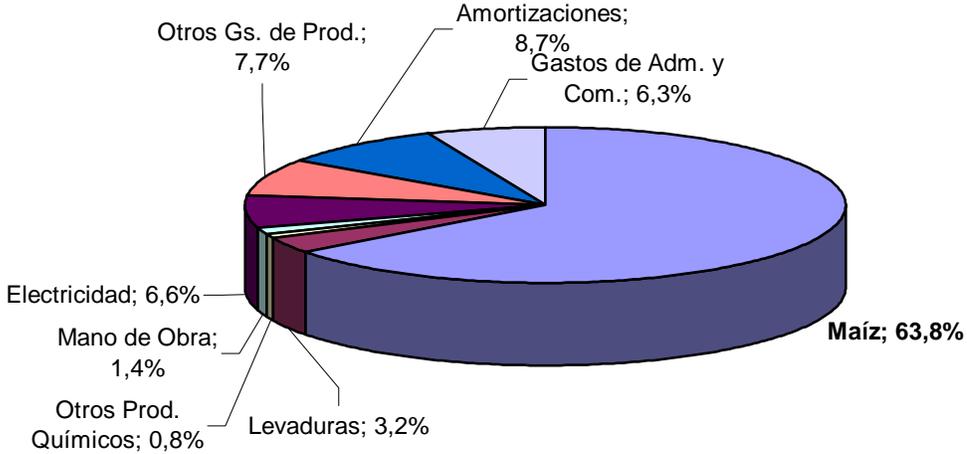
Precio Neto de Impuestos	<b>1,35</b>
Ingresos Brutos (3,25%)	0,06
IVA	0,30
Tasas	0,17
Impuesto a la Transferencia de Combustibles	0,15
Precio Neto de Impuestos Nacionales	1,41
Precio de Venta por litro (pesos/litros)	<b>2,03</b>
Precio de Venta por litro (Dólares/litros)	<b>0,68</b>

**Relación entre el precio del Aceite de Soja, Costo del Bio diesel y Costo del Gasoil**



Gráficamente podemos distinguir dos zonas, A y B. En la primera zona (A), el precio del gasoil esta por encima precio de bio diesel, indicando la conveniencia de destinar este biocombustible al mercado interno, ya que aumenta la competencia de este, en relación al gasoil. Esta situación seguiría hasta que el precio del aceite de soja no supere el punto de indiferencia (punto donde se cortan las rectas). Dicho intersección sería, de acuerdo a nuestro modelo, de 725 dólares por toneladas (precio FAS<sup>47</sup>). Pasado este precio se entraría a la zona B, en el que el precio del gasoil es inferior al bio diesel, lo que convendría importar gasoil, desalentado la producción del bio diesel. Aclaremos que esta relación se hizo únicamente para apreciar que, hoy en día, dado el precio FAS del aceite de soja en argentina (860 dólares por tonelada) y el precio del gasoil en el mercado interno, subsidiado, toda la producción de biocombustibles esta orientada al mercado externo, ya que el mercado local carece de competencia.

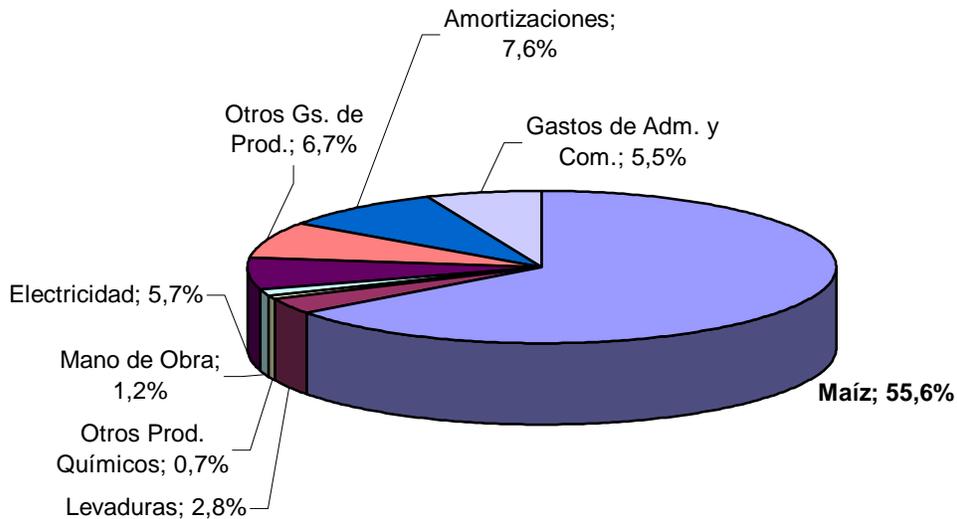
**Estrucutra de Costos (Planta de Bio etanol de 100.000 Tn. Anuales)sin venta de DDGS**



Fuente Elaboración propia en base a datos de Claudio A. Molina

<sup>47</sup> FAS (Free along side). Libre al costado del buque.

**Estructura de Costos (Planta de Bio etanol de 100.000 Tn. Anuales) con venta de DDGS**



Fuente Elaboración propia en base a datos de Claudio A. Molina

Para ir finalizando el capítulo, observamos que la estructura de costos para el bio etanol, siguiendo con la misma metodología con el que se desarrolló los costos del bio diesel, el insumo que tiene mayor participación en los costos es el maíz con el 63,8% y con la venta del subproducto, el mismo cae a 55,6%.

Tanto en la producción de bio diesel como la de bio etanol, el principal costo es la soja y el maíz, infiriendo que cualquier fluctuación en el precio de ambos, afecta de manera directa los precios de estos biocombustibles y por ende la rentabilidad de la industria.

## **8.1 Mercados de Futuros de bio etanol y bio diesel**

Básicamente los mercados de futuros tienen dos funciones que son comunes a todos ellos independientemente del tipo de productos que se negocien y que son de suma importancia. Esto es:

1. **Son reveladores de precios:** esto significa que a través de los mercados de futuros se pueden descubrir los precios de los productos en cuestión.
2. **Sirven para reducir el riesgo de precio:** esto último es de vital importancia para el productor, tanto de bio diesel como de bio etanol, ya que cualquier variación en los precios de la materia prima incide directamente en los márgenes de rentabilidad de la firma.

### **8.1.1 Bio etanol**

A la hora de hablar de futuros de biocombustibles, tenemos que indicar que solo existen futuros de bio etanol. Los mismos están listados en cuatro mercados, New York Board Of Trade (NYBOT)<sup>48</sup>; Chicago Board Of Trade (CBOT)<sup>49</sup>; Chicago Mercantile Exchange (CME)<sup>50</sup>; y Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F)<sup>51</sup>.

Seguidamente presentamos un cuadro donde se aprecia las características de los distintos mercados que contienen al futuro de bio etanol. Según analistas del mercado de commodities, el mercado de Chicago Board of Trade es el que refleja con mayor exactitud las expectativas, incorporadas en el precio, de dicho mercado.

---

<sup>48</sup> [www.theice.com/homepage.jhtml](http://www.theice.com/homepage.jhtml)

<sup>49</sup> [www.cbot.com/](http://www.cbot.com/)

<sup>50</sup> [www.cme.com](http://www.cme.com)

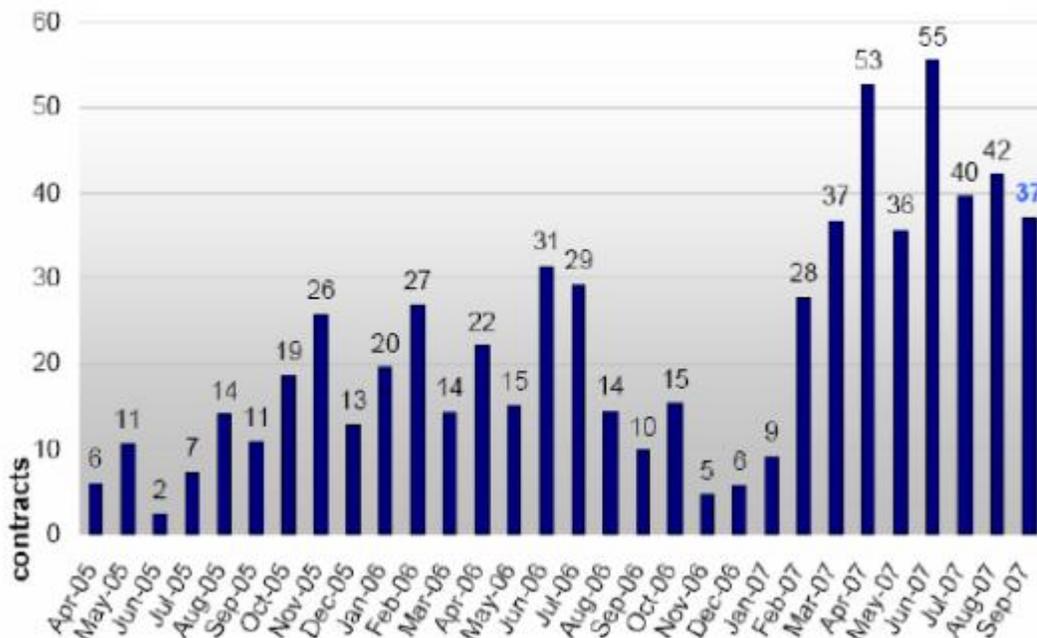
<sup>51</sup> [www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br)

	NYBOT	CBOT	CME	BMF	
Lanzamiento	May-04	Mar-05	Mar-05	Oct-02	May-05
Alcance	Internacional	Doméstico	Doméstico	Doméstico	Internacional
Cotización	U\$S	U\$S	U\$S	R\$	U\$S
Basado en (*)	Azúcar	Maíz	Maíz	Azúcar	Azúcar
Tamaño	7,750 ga	29,500 ga	30,000 ga	30,000 litros	30,000 litros
Spread equivalente	1 cont. Azúcar	2 cont. Maíz	n/a	n/a	n/a
Meses negociados	5	12	12	12	12
Liquidación por	Delivery	Delivery	Delivery	Delivery	Delivery
Lugar	Caribe, Brasil, US	Chicago	Chicago	Paulinia	Santos
Opciones?	Si	No	No	Si	Si
Volumen	Nada	Incipiente	Nada	Nada	Incipiente

Fuente: Diego Fernández, Mercados de Futuros de Biocombustibles

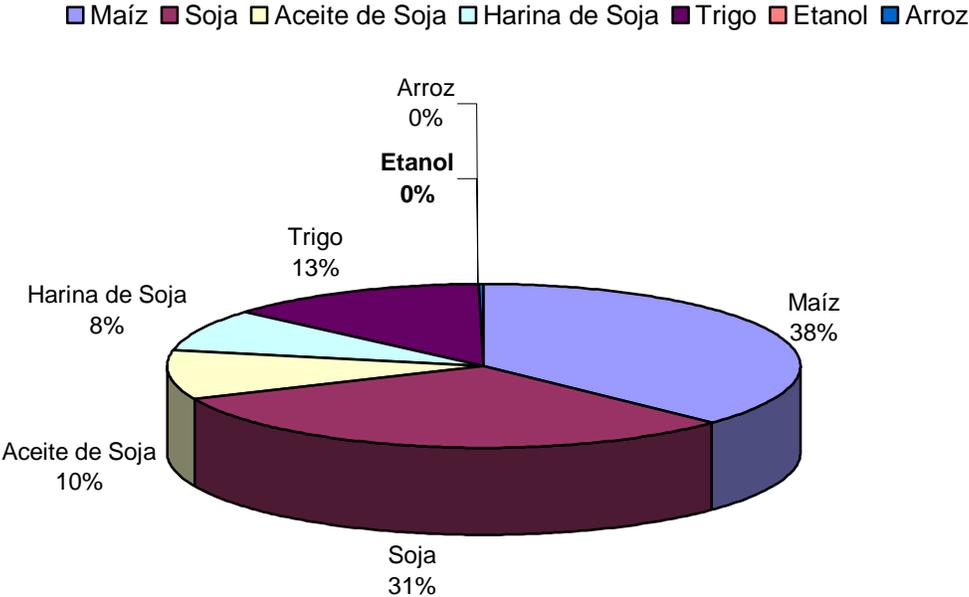
Independientemente del futuro y mercado de que se trate, los mercados de futuros deberán poseer una variable importantísima, para cumplir con las funciones para el cual fueron creados, esto es, tener volumen. En la medida en que no pueda existir, durante mucho tiempo, un mercado de futuros con suficiente liquidez, esto conspira contra una abierta promoción del desarrollo de las actividades de estos mercados.

*Futuros de Etanol-CBOT- Evolución del volumen medio diario*



Comparando la participación del volumen de futuros de bio etanol con el total de commodities agrarias en el mercado de Chicago Board of Trade, observamos que el mismo es prácticamente nulo.

**Volumen de Futuros en Chicago Board of Trade**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CBOT

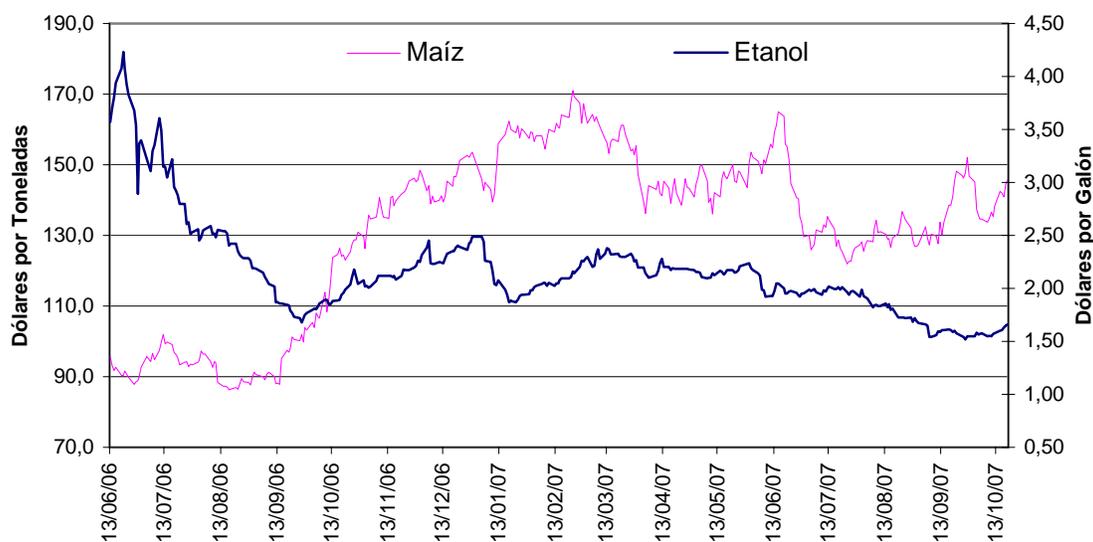
En cuanto a la relación entre bio etanol y maíz, tal como indicamos a principio de este capítulo, la proporción del maíz en la fabricación de etanol es muy grande, por lo que cualquier variable que afecta a este cultivo, incide en los márgenes de la industria.

Sin embargo, cuando analizamos la serie de los precios del futuro más cercano de bio etanol y los precios del maíz, advertimos que la correlación de toda la serie<sup>52</sup> es del orden del 41% y la de principio de año hasta octubre del 2007 de 46%. La explicación de este bajo coeficiente, teniendo en cuenta la alta proporción del maíz en los costos totales, se debe a que los factores que afectan los mercados de granos, tales como tiempo, condiciones de cosecha y comercio internacional, son

<sup>52</sup> La serie completa comprende desde junio del 2006 al mediados del mes de octubre del 2007

distintos de los que afectan al mercado de bio etanol, como es el caso de los precios del petróleo crudo, la demanda de naftas, regulaciones, la disponibilidad del otro combustible alternativo y el crecimiento en el número de plantas.

### ***Evolución Precio Maíz y Etanol en CBOT***



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CBOT

#### **8.1.2 Bio diesel**

En el caso de los futuros de bio diesel, no existe ningún mercado que contenga dicho derivado. El mercado de Chicago (CBOT), ha comentado que esta estudiando su lanzamiento y la Bolsa de Futuros de Malasia<sup>53</sup> esta analizando listar futuros sobre bio diesel sobre aceite de palma.

Si bien es posible lanzar futuros de biocombustibles en Argentina, se trataría de un proyecto a largo plazo. Previamente se debería lograr, un fuerte incremento del volumen en futuros tradicionales, como es la soja y el maíz, mayor participación de agentes extranjeros y el lanzamiento exitoso de aceite y harina de soja

<sup>53</sup> [www.klse.com.my/website/bm/](http://www.klse.com.my/website/bm/)

El pasado 16 de julio del corriente año, el Mercado a Término de Buenos Aires (MATBA)<sup>54</sup> lanzó el contrato de Aceite de Soja para aprovechar la potencia de la Argentina en cuanto a la producción y exportaciones de este producto. El tamaño del contrato es de 30 toneladas, la moneda de negociación es en dólares, el destino habilitado será el puerto de Rosario y tendrá una operación de hasta 18 meses a futuro desde rubricado el contrato.

Al no estar disponible un contrato de bio diesel en el mundo y teniendo en cuenta, la altísima correlación que existe entre el precio del crudo, tanto en el WTI y el Brent,<sup>55</sup> (desde inicio de este año el coeficiente es del 96%), y en el aceite de soja, aquellos que desean hacer coberturas de este biocombustible, lo pueden hacer vía futuro de aceite de soja, debido a la existencia de la alta participación del aceite de soja en los costos de producción de bio diesel. Con la incorporación del futuro de aceite de soja en el MATBA, comentado anteriormente, podemos realizar este tipo de coberturas a un costo inferior en relación al mercado de Chicago.



<sup>54</sup> [www.matba.com.ar/](http://www.matba.com.ar/)

<sup>55</sup> El Brent en Europa, y el West Texas Intermediate (WTI), en Estados Unidos, son utilizados como mercado de referencia para el precio del crudo

## **8.2 Resumen**

En este capítulo, se analiza la estructura de costos para producción de bio diesel y bio etanol. Dado que se realiza el cálculo base soja para bio diesel, y base maíz para bio etanol, se aprecia la importancia definitiva que tiene el precio de ambos en sus respectivas estructuras de costo.

Por otro lado, se toma como variante a la estructura de costos, la venta de subproductos derivados de cada uno de los procesos para la obtención de combustibles. Se los considera en este análisis, cuanto inciden la realización de estos subproductos, en la reducción de costos. Se describe entonces, una estructura de costos ex post, a la comercialización de los subproductos.

Para concluir, se realiza un análisis comparativo, de la estructura de costos del gasoil, y el costo por tonelada de aceite de soja. En el mismo, se indica cual sería el punto de inflexión en la decisión de, producir bio diesel para el mercado interno, o producir para el mercado externo e importar gas oil. En este desarrollo, se considera como variable únicamente el precio del aceite de soja, manteniendo las demás, ceteris paribus.

Finalmente, se obtienen consideraciones, acerca del mercado de futuro y sus perspectivas, para el bio diesel y el bio etanol.

## **9. Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles**

### **9.1 Fuentes nacionales**

Mediante Ley 26093, sancionada el 19 de Abril de 2006, se creó el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles y se sentaron las bases del actual sistema, aún en desarrollo.

La Ley fue reglamentada casi un año más tarde, mediante el Decreto Nro. 109 de fecha 9 de febrero de 2007, publicada en el Boletín Oficial del 13 del mismo mes. En sus veintidós artículos, el reglamento desarrolla la normativa de la ley en sus rasgos centrales, dejando un vasto campo a la acción de la autoridad de aplicación. Cabe suponer que veremos en breve una nueva serie de fuentes, ahora emitidas desde rangos jerárquicamente inferiores.

Anteriormente se había planteado la temática de los biocombustibles en otras fuentes, como la Resolución nº 1156 (publ. 15/11/2004) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, que crea el Programa Nacional de Biocombustibles. En aquél marco ya se habían tomado medidas análogas a las recientemente dictadas, como la obligación de registro (Resolución 1102/2004 de la Secretaría de Energía, “Registro de Bocas de Expendio de Combustibles Líquidos, Consumo Propio, Almacenadores, Distribuidores y Comercializadores de Combustibles e Hidrocarburos a Granel y de Gas Natural Comprimido”, publ. 5/1/2005); otras que establecían las características del combustible (como la Resolución de la Secretaría de Energía y Minería nº 129 del 26 de julio de 2001, que define varias especificaciones técnicas del biodiesel); y también las dirigidas a regular en materia impositivas (como el Decreto N° 1129/2001, que modificara las reglas vigentes para la aplicación y liquidación de los gravámenes a los combustibles, incorporando al biodiesel).

### **9.2 Vigencia**

La norma establece el término de vigencia del Régimen en quince años.

El artículo 1º de la Ley prevé que el Poder Ejecutivo Nacional tendrá la facultad de extender el plazo poco más de cuatro años, llevando el inicio del plazo de quince años al primer día del año 2010, culminando así el 31 de diciembre del 2024.

Sin embargo, para determinar concretamente el ámbito temporal de aplicación de ciertas normas del Régimen, es preciso tener en cuenta que en varias disposiciones –al menos en las dos primeras fuentes del Régimen- se tienen en cuenta los tiempos de producción o verificación de determinados hechos (ej. fecha de aprobación del proyecto, tiempo de compra del bien, etc.).

Además de ello, la autoridad de aplicación tiene la posibilidad de adelantar el uso obligatorio de biocombustibles con referencia a determinadas clases de sujetos habilitados por el Estado Nacional, tales como contratistas de obras y servicios públicos, concesionarios, permisionarios de hidrocarburos, obra pública, transporte fluvial o terrestre, minería, prestadores de servicios públicos y sus contratistas (cfme artículo 15º del decreto reglamentario).

El adelanto de la fecha puede contener una atenuación en los niveles de la mezcla, siempre teniendo en cuenta la situación de producción del biocombustible. Inclusive es posible suponer una modificación de los porcentuales exigibles de la mezcla, que diferencia entre los combustibles fósiles.

La posible modificación de los porcentajes que serán obligatorios para las mezclas con combustibles fósiles, si bien está expresamente prevista como facultad de la autoridad de aplicación, tiene algún grado de estabilidad ya que se debe informar la decisión por lo menos 24 meses antes de su puesta en vigencia. De esta manera, salvo que medie algún acuerdo especial entre el inversor y el Estado, la ventana de estabilidad normativa tendrá como mínimo dos años.

### **9.3 Autoridad de aplicación**

El decreto reglamentario establece que la autoridad de aplicación será ejercida por la Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Sus funciones son expuestas en la ley y en el decreto, reuniendo entre ambas fuentes un total de treinta y ocho incisos en los que se expone la considerable amplitud que tendrá la competencia de la mencionada autoridad.

En síntesis, sus principales tareas serían:

- a) establecer las condiciones que deberán reunir los biocombustibles,
- b) fijar los requisitos que deben cumplir las plantas productoras y autorizar su funcionamiento;
- c) disponer condiciones generales de mercado, como el porcentaje de mezcla obligatorio, las cantidades de combustible que serán comprendidas en el Régimen y el precio de referencia que se utilizará en las operaciones promocionadas;
- d) aprobar los proyectos que serán beneficiarios del sistema promocional;
- e) fiscalizar el cumplimiento de las obligaciones que corresponden a los distintos actores del Régimen y, en su caso, aplicar las penalidades; y,
- f) dictar la normativa necesaria para la operación del Régimen.

El artículo 2º del decreto reglamentario establece la competencia será de la Secretaría de Energía “excepto en cuestiones de índole tributario o fiscal”. Con respecto a éstas cumplirá ese rol la Secretaría de Hacienda del Ministerio de Economía y Producción, teniendo en miras las asignaciones presupuestarias necesarias para operar el Régimen y la captación fiscal de su operatoria.

Es preciso tener en cuenta que varias competencias ya previstas en otras normas –en ocasiones para otras dependencias-, requieren ahora la intervención de la Secretaría de Energía. Si bien es discutible en algunos casos, no se trata de una

regla que suponga la atracción de las facultades hacia la Secretaría, en reemplazo de los organismos y dependencias hoy competentes, sino más bien la exigencia adicional de su intervención en los trámites que el futuro tuvieren lugar.

A su vez, el decreto reglamentario expresamente prevé funciones que tendrá en el Régimen el Ministerio de Economía y Producción; la Administración Federal de Ingresos Públicos; la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros; así como la actuación de una Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los Biocombustibles.

La Comisión Nacional es una instancia de asistencia y asesoramiento de la Autoridad de Aplicación del Régimen, proyectada como vía para la facilitación de acciones de coordinación de las instancias administrativas con competencia en la temática. En cuanto a los actores privados que podrán integrar la Comisión, la designación es competencia de la Secretaría de Energía y es de esperarse que su composición vaya variando en el tiempo.

#### **9.4 Actividad reglada**

Incluso en la hipótesis de no participar de la dimensión promocional del Régimen, es importante destacar que todos los operadores del mismo se encuentran alcanzados por la Ley 26.093.

La producción de biocombustibles constituye una actividad reglada. Incluso es preciso estar inscripto aún en la hipótesis de producción para autoconsumo. En suma, la producción debe ser autorizada por la Secretaría de Energía y corresponde su inscripción ante la Subsecretaría de Combustibles, para lo cual son de aplicación las normas que rigen el Registro de Combustibles.

La mezcla de combustibles deberá ser efectuada bajo de la normativa de la autoridad reguladora, pudiendo ser fiscalizada y penada en las hipótesis de incumplimiento.

Naturalmente la comercialización y la distribución son captadas por la normativa, correspondiendo a la Secretaría de Energía establecer los requisitos que los establecimientos deberán reunir para funcionar, así como dictar la normativa necesaria para ello.

Sin perjuicio de lo antes expresado, parece oportuno tener en consideración que en el campo de los combustibles, la actividad se presenta como una de las menos planificadas. Esto es posible al alejarse de los combustibles fósiles: ya no hay “yacimientos” y el insumo para la generación de biocombustibles es de localización variable. Dependiendo de su evolución futura, ya en el campo de la prospectiva, no sería de extrañar que este movimiento resulte acompañado en el corto plazo por la estandarización de otras normas a nivel internacional, que de alguna manera acote el marco que hoy se presenta como muy amplio.

#### **9.5 Definición de Biocombustible**

La definición de Biocombustible –a los fines del Régimen- se establece en el artículo quinto de la ley, que reza: “...bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.”

Nada agrega el decreto reglamentario, excepto la ya referida facultad de la autoridad de aplicación de establecer las características que el biocombustible deberá reunir.

Sin perjuicio de ello, cabe recordar que la Secretaría de Energía –como autoridad regulatoria- había dictado con posterioridad a la sanción de la ley su Resolución N° 1283 del 6 de septiembre de 2006. En su artículo 6° la norma contiene una definición de biodiesel en la que se refiere “a toda mezcla de ésteres metílico o etílico de ácidos grasos de origen biológico que tenga por destino el uso como combustible.”

La versión anterior de la normativa, conteniendo especificaciones técnicas para el biodiesel, había sido dictada en febrero del mismo año, unos meses antes de la sanción de la Ley 26.093. Aquella regla –Resolución n° 271 de la Secretaría de Energía- contenía prácticamente las mismas especificaciones técnicas que su antecesora, la Resolución N° 129 de la ex Secretaría de Energía y Minería, de fecha 26 de julio de 2001.

De hecho en todas ellas nueve especificaciones se mantienen prácticamente sin cambios: densidad, glicerina libre y total, contenido de agua y sedimentos, alcalinidad, punto de inflamación, contenido de azufre, viscosidad cinemática y número de Cetano. En la última norma, hoy en vigencia, se incorporaron nuevas pautas sobre estabilidad a la oxidación, índice de Yodo, contenido de Fósforo, corrosión a la lámina de Cobre y contenido de Esteres. También se modifican –parcialmente- los requerimientos que corresponden a las mezclas del biodiesel. En suma, salvo que surjan novedades técnicas relevantes o el comportamiento de los actores relevantes del mercado de combustibles así lo requiera, las definiciones técnicas del biodiesel pueden considerarse firmes a partir de la Resolución N° 1283/06.

#### **9.6 El Régimen y el mercado biocombustible**

El sistema proyecta para el futuro el uso con mezcla de biocombustibles y combustibles fósiles, estableciendo criterios para el contenido que comienza con el llamado B-5.

El corte será obligatorio desde el 1º de enero del 2010. En ese momento el gas oil o diesel oil que se utilice en el país deberá tener un cinco por ciento (5%) como mínimo de biocombustible.

Más allá de la posibilidad de modificar las fechas -e incluso las pautas de calidad de los biocombustibles-, la relación con el mercado interno siempre guarda relación con la disponibilidad de aceites, neto de exportaciones.

En este sentido, es oportuno recordar que las autoridades disponen de la competencia necesaria para restringir la venta al exterior, especialmente en la hipótesis de resultar insuficiente las cantidades para el parque automotor nacional.

A su vez la exportación como destino de los biocombustibles se encuentra inhibida de aprovechar los beneficios impositivos que el Régimen establece. Sin embargo, nótese que la diferencia de aranceles que deben soportar ambas exportaciones representa una diferencia sustancial que puede resultar más significativa que los referidos beneficios, ya que los derechos de exportación aplicables a los aceites vegetales son sustancialmente mayores a los que pesan sobre los biocombustibles.

En otro sentido, con relación a los valores, cabe observar que las normas del Régimen ofrecen alternativas dispares para el concepto de precios. Así, no parece ser necesariamente igual el significado de los "precios de referencia" de la Ley 26.093, que la alusión del Decreto reglamentario en su artículo 12 (operaciones con empresas promocionadas), dependiendo en la práctica de los que fije la autoridad de aplicación. El Decreto establece los criterios que la Autoridad deberá tener en consideración para fijar los precios, integrando la cobertura de los costos de las empresas (producción, impuestos, amortizaciones) y una rentabilidad razonable –un concepto clásico en normas de servicios u obras públicas-.

El Régimen tiene en miras en su normativa especialmente la captación del mercado interno, diferenciado la situación del combustible generado para su venta en el mercado externo. En suma, el mercado interno se encuentra altamente regulado: a) sólo puede venderse combustibles con mezcla bio; b) sólo pueden hacerse mezclas en plantas autorizadas; c) esas plantas sólo pueden comprarle a los productores promovidos; y, d) las compras se harán al precio que establezca la autoridad de aplicación.

### **9.7 Régimen Promocional**

El Régimen completa la regla de uso obligatorio, con un conjunto de beneficios promocionales, especialmente impositivos. La segunda parte de la Ley –“Régimen Promocional”- contiene las bases del sistema.

Luego de volcar una enumeración de los sujetos que puede ser favorecidos en su artículo 13º, la norma contiene una descripción que orienta la finalidad con que se adjudicarían los beneficios: promoción de las pequeñas y medianas empresas; de productores agropecuarios y de las economías regionales. Ambas reglas son tratadas en el decreto reglamentario, en los artículos 18 y 19.

Adicionalmente se prevé el establecimiento futuro de cuotas de distribución regional de los proyectos Pyme; que en conjunto signifiquen como mínimo el veinte por ciento de la demanda total de biocombustibles generada (se entiende en el mercado interno).

Los beneficios promocionales se establecen desde el artículo 15 de la Ley 26.093 y se reglamentan en el artículo 20 del decreto, aunque en buena parte sus normas tienen fuente en las disposiciones que reglan los respectivos regímenes tributarios.

A modo de síntesis podemos enunciar: a) devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado; o amortización acelerada a los fines del cómputo de Ganancias; b) los bienes afectados al proyecto promovido no integran la base de imposición del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta; c) exención de impuestos que gravan los combustibles.

En los casos de IVA y Ganancias, el sistema se refiere a los bienes nuevos amortizables (excepto los automóviles) y las obras de infraestructura incluidas en el proyecto; y son excluyentes entre sí. La norma de la Ley, como la contenida en la reglamentación, resultan muy similares a las previstas en el régimen transitorio para el tratamiento fiscal de las inversiones (Ley 25.924).

La devolución del IVA es viable siempre que se correspondan con pagos hechos luego de aprobado el proyecto, referidos a bienes que permanecen en el patrimonio del beneficiario y luego de computar los créditos fiscales de la actividad. La norma reglamentaria prevé el caso del leasing –los pagos hechos del canon por el beneficiario como tomador-, en que sólo podrá usarse el crédito con posterioridad al ejercicio de la opción, a partir del cuarto período fiscal.

La amortización acelerada a los fines del cómputo de Ganancias se considera con relación a bienes adquiridos dentro de los doce meses siguientes a la fecha de aprobación del proyecto, bajo ciertos parámetros (3 cuotas anuales, obras hasta el 50% de su valor); y desde entonces con criterio menos favorable (las cuotas son 5, la vida útil reducida del bien es al 70%).

Con relación al Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta, la reglamentación requiere que los bienes hayan ingresado al patrimonio del sujeto luego de la aprobación del proyecto. La ventaja dura hasta el tercer ejercicio cerrado luego de puesto en marcha.

La comercialización de biocombustibles no tributará en los impuestos o tributos específicos que gravan a las naftas y al gasoil, es decir no tributan el impuesto a los combustibles (ITC), el llamado impuesto al gasoil (“Sobre la transferencia a título oneroso o gratuito, o sobre la importación de gasoil”, Ley 26.028); ni la tasa de Infraestructura Hídrica establecida (Decreto 1381/01).

Naturalmente la exención sólo se refiere al porcentual de biocombustible, no alcanzando en las mezclas el correspondiente a la porción de combustibles fósiles utilizados.

Sus obligaciones tributarias resultan así sustancialmente menores, debiendo sólo cargar con la tasa de fiscalización y control, que ascendería a \$ 0,0003 por litro comercializado, por aplicación del inciso b) del artículo 74 de la Ley 25.565.

Cabe aclarar que los beneficios promocionales proyectados para beneficiar los productores de biocombustible destinado al mercado interno. En circunstancias en que el volumen producido exceda las necesidades locales, los productores podrían ser autorizados para enviar el producido al exterior, aunque debe considerarse en este caso la necesidad de netear del resultado el impacto del beneficio promocional.

Se ha señalado que la pauta de volumen necesario para cumplir los cortes obligatorios en el mercado interno opera como cupo para los beneficios fiscales del Régimen. En todo caso el sentido orienta a fijar un techo a los beneficios: no se otorgan más beneficios que los necesarios para reglar el mercado interno, es decir no se incluiría en el cupo fiscal el apoyo que termine orientado a una función exportadora.

A su vez la Ley completa el artículo dedicado a los beneficios promocionales, proyectando la acción de otras dependencias del Poder Ejecutivo. La Secretaría

de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, de promover los cultivos “destinados a la producción de biocombustibles que favorezcan la diversificación productiva del sector agropecuario”; la Subsecretaría de Pequeña y Mediana Empresa, de promover la adquisición de bienes de capital con destino a la producción de biocombustibles; y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, fomentando la investigación, cooperación y transferencia de tecnología en la materia. En todos los casos se proyecta la acción se enmarque en programas específicos, dotados de los correspondientes recursos presupuestarios.

Otras ventajas comparativas de los regímenes tributarios aplicables constituyen eje del funcionamiento posible del sistema. Aunque no forma parte de la lista de los beneficios impositivos derivados del Régimen, no puede dejar de observarse que en los casos en que los combustibles producidos sean destinados al mercado externo, pueden encontrarse diferencias sustanciales en las obligaciones tributarias derivadas de la venta del producto.

### **9.8 Fuente provincial**

La Provincia de Santa Fe cuenta con tres leyes relacionadas con la generación o el aprovechamiento de biocombustibles: ellas son las Nros. 12.503, 12.691 y 12.692.

La primera de ellas fue sancionada el 30 de noviembre de 2005; promulgada el 27 del mes siguiente y publicada dos días después.

La norma tiene como objeto promover la generación y el uso de energías alternativas, a las que también califica como fuentes de energías “blandas” y “renovables” –términos que utiliza como sinónimos-. En su artículo 3º las define como “todas aquellas que se producen naturalmente, en forma inagotable y sin ocasionar perjuicio al equilibrio ambiental”.

En el mismo concepto se incorporan –como eventuales fuentes de generación de energía- al sol, el viento, el biogas, la biomasa, la geotermia, la minihidráulica y las que pudieran desarrollarse y cuyas cualidades sean asimilables. De ellas, la única especie que podría vincularse con el biodiesel es la biomasa, que el artículo 5º define como “producida de residuos vegetales o cultivos especiales a tal fin, cuidando de que en el proceso de conversión energética se conserven los parámetros de protección medioambiental”.

La Ley prevé la creación de “un órgano de estudio y planificación”, en el ámbito del Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda. A poco de cumplirse los plazos previstos para su puesta en funcionamiento, el órgano sería objeto de una nueva previsión normativa, esta vez en la Ley 12.692.

La Ley 12.691 fue sancionada el 16 de noviembre de 2006 y dispone la adhesión de la Provincia al Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles establecido en el orden nacional por la Ley 26.093.

El artículo 4º de la Ley da cuenta de la relación que, en el ordenamiento provincial, guarda esta norma con la Ley de Energías Renovables sentando que sus disposiciones serán consideradas complementarias. Ello quedará patente en el texto de la 12.692, sancionada el mismo día, que agrega a la complementariedad el concepto de subsidiariedad, definiendo la cuestión de la primacía –al menos entre las dos últimas leyes referidas-.

La autoridad de aplicación de la ley fue más tarde determinada mediante el Decreto N° 158 de fecha 1º de febrero de 2007, quedando en cabeza del Ministerio de la Producción. No obstante ello, el plexo normativo vigente deja a salvo la intervención del Ministerio de Hacienda –vgr. al tiempo de incorporar

previsiones a los proyectos de Presupuesto-, el organismo cuya creación la Ley 12.503 había previsto en el seno del Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda, la Dirección General de Industrias y la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

La Ley 12.692 crea el “Régimen Promocional Provincial para la investigación, desarrollo, generación, producción y uso de productos relacionados con las energías renovables no convencionales”. En su artículo 3º define el biocombustible como producto obtenido “a partir de materias primas de origen agropecuario o agroindustrial o desechos orgánicos”, para cuyos requisitos de calidad remite a los que establezca la Secretaría de Energía de la Nación, autoridad de aplicación del Régimen nacional al que adhiere.

El Régimen promocional tiene en la ley los requisitos básicos para acceder a sus beneficios, que en esencia se refieren a la radicación del sujeto en el territorio provincial y que su inversión cuente con la aprobación de la autoridad de aplicación.

Los beneficios impositivos consisten en exención y/o reducción y/o diferimiento de tributos. El beneficio tendrá una duración de quince años desde la puesta en marcha del proyecto.

Esto alcanzará a Ingresos Brutos –a excepción de la comercialización de productos de reventa-, el Impuesto de Sellos –con amplio alcance, que incluye el que correspondiera abonar a los terceros vinculados-, el Impuesto Inmobiliario – con importante extensión que puede incorporar inmuebles del beneficiario no afectados a la producción y hasta el inmobiliario rural de la plantación de los cereales que sirven de insumo- y el Impuesto a la Patente Única Sobre Vehículos –sobre rodados afectados al proyecto-.

Los beneficios promocionales son otorgados por el Ministerio de Producción, con intervención del Ministerio de Hacienda.

La norma provincial establece un plazo máximo para solicitar los beneficios, de un año contado desde el inicio de las actividades (de hacerlo después, se reduce el tiempo por el que se otorga el beneficio), previéndose que la solicitud –y la consiguiente aprobación- sean anteriores a la efectivización de la inversión.

Cabe hacer notar que se encuentra vigente en la Provincia el Régimen de Promoción Industrial que estableciera la Ley N° 8478, reglamentada por Decreto 3856/79 (según texto Dcto. 1746/95) y modificatorios. En buena parte la promoción de actividades se encuentra prevista en el mismo, cuyas normas se consideran asimismo supletorias del Régimen creado por las leyes provinciales antes mencionadas. Ambos regímenes presentan algunas diferencias, como por ejemplo una extensión temporal considerablemente mayor de los beneficios o que el nuevo complejo orientado a los biocombustibles parece más sencillo en su aplicación, o que el clásico Régimen de Promoción Industrial alcanza también las obligaciones relativas a la Ley 5.110.

Por último, es significativo observar que el Decreto 158/07 declara a la Provincia “Productora de Combustibles de Origen Vegetal”, lo cual es demostrativo del alcance que pretende otorgar a su promoción el Estado de la Provincia.

### **9.9 Otras fuentes provinciales**

Son varias las jurisdicciones provinciales que sancionaron leyes de carácter promocional. Incluso cuando éstas tuvieran un ámbito de aplicación diferente que el sistema nacional –eventualmente incluso más amplio-, es importante considerar su incidencia efectiva en términos de carga impositiva, resulta seguramente menor.

Podemos enunciar en este sentido las normas que adhieren a la Ley nacional, como la Ley N° 5.744 de la Provincia de Corrientes, sancionada el 6 de septiembre de 2006; N° 7715 de San Juan (promulgada dos días antes); la N° 5.534 de la Provincia de Jujuy (del mes siguiente); la Ley N° 4.352 de la Provincia de Misiones (B.O. 24/4/2007); a la par de otras leyes provinciales que también avanzan sobre la cuestión impositiva, como las leyes la N° 7.560 de Mendoza (sancionada el 19 de julio de 2006) o la N° 2.692 de la Provincia de Santa Cruz (sancionada el 8 de marzo de 2007); y la N° 9.397 de Córdoba (sancionada el 13 de junio de 2007).

Aún antes de la creación del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles en la Nación, es interesante observar las leyes N° 2.413 de Neuquén (que adhería al decreto nacional 1396/2001); o la Ley N° 3.844 de Río Negro (publicada en el Boletín Oficial del 15 de Julio de 2004), que promovía inversiones en la producción y comercialización de biodiesel.

Sin contener referencias a normas nacionales, cabe observar que la Provincia de La Pampa crea una Dirección de Hidrocarburos y Biocombustibles en el ámbito de la Subsecretaría de Hidrocarburos y Minería, por Decreto N° 142, de fecha 2 de febrero de 2007.

La normativa hasta aquí enunciada carece de instancia de coordinación distinta de la autoridad nacional, única con competencia para intervenir en la elaboración de fuentes de aplicación transversal a las jurisdicciones. No se ha previsto la creación de consejos federales, tan comunes en otros temas y estrechamente vinculados al Acuerdo Federal de los Hidrocarburos. De cualquier modo es dable conjeturar que la instancia de participación podrá crearse en un futuro cercano, cuanto menos para articular la instrumentación que en concreto se otorgue al criterio de referencia territorial enunciado entre las pautas que seguirá la autoridad nacional al tiempo de otorgar los beneficios impositivos del Régimen promocional.

### **9.10 Resumen**

Mediante Ley 26093 se creó el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles y se sentaron las bases del actual sistema, aún en desarrollo. La autoridad de aplicación será ejercida por la Secretaría de Energía.

El Régimen tiene en miras especialmente el mercado interno, que resulta altamente regulado: a) desde el 1º de enero del 2010 sólo podrán venderse combustibles con un cinco por ciento (5%) de biocombustible; b) sólo pueden hacerse mezclas en plantas autorizadas; c) esas plantas sólo pueden comprarle a los productores promovidos; y, d) las compras se harán al precio que establezca la autoridad de aplicación.

El Régimen completa la regla de uso obligatorio con un conjunto de beneficios impositivos promocionales, entre los que podemos enunciar: a) devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado; o amortización acelerada a los fines del cómputo de Ganancias; b) los bienes afectados al proyecto promovido no integran la base de imposición del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta; c) exención de impuestos que gravan los combustibles. Aunque no forma parte de la lista de los beneficios impositivos derivados del Régimen, cabe considerar que existen diferencias sustanciales en las obligaciones tributarias derivadas de la venta del producto.

La Provincia de Santa Fe adhirió al Régimen nacional y creó además su propio Régimen promocional, que se suma a otra normativa vigente, aplicable al caso.

## **10. Bonos de carbono**

### **10.1 Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

Un punto de inflexión en el tratamiento de la temática medioambiental en el derecho internacional se dio en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable, celebrada en Río de Janeiro en 1992, durante la cual los Estados asistentes asumieron el problema del cambio climático. Así surge la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático que fue adoptada en 1992 y entró en vigencia en marzo de 1994. Actualmente tiene 190 Estados Parte.

El acuerdo enumera los países con mayor nivel de desarrollo –y por ello responsabilidad en las emisiones- y contiene disposiciones específicas para aquellos que se encuentran fuera de esa lista (contenida en el Anexo I de la Convención). El texto prevé para su funcionamiento una serie de instancias, la más importante de las cuales sería la Conferencia de las Partes.

En ese marco, el 11 de Diciembre de 1997 se firmó el Protocolo de Kyoto, que entró en vigor en febrero de 2005, luego de la ratificación rusa. Este instrumento fue generado como instrumento para coadyuvar con el propósito de contener el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Utiliza para ello una técnica relativamente innovadora, vinculando al problema ambiental una lógica propia de la técnica bursátil, bajo una orientación inspirada en la economía.

En el Protocolo, las Partes asumen el compromiso de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero a niveles inferiores (5%) a los denunciados para el año 1990 (con algunas excepciones para países que, aunque están incluidos en el Anexo, se definen como “que están en transición a una economía de mercado”; o el año 1995 como base de comparación para ciertos gases).

La norma contiene la determinación de los gases y enuncia cuál es el nivel aceptable para cada una de las naciones incluidas en el Anexo I de la Convención. Así, Kyoto ofrece una tabla de emisiones máximas admitidas en el sistema, expresadas en dióxido de carbono equivalente . Además aporta una serie –no taxativa- de políticas y medidas que los países adoptarían para alcanzar el objetivo (vgr. fomentar la eficiencia energética, reducción progresiva o eliminación gradual de ayudas financieras a los sectores más “contaminantes”).

El sistema se basa en la medición de las variaciones netas de las emisiones, distinguiendo las fuentes de las mismas; dejando previsto que las emisiones podrían compensarse con medidas que puedan ser calculadas como variaciones verificables del carbono almacenado en cada período de compromiso (menciona, por ejemplo, el incremento de áreas de reservas forestales).

En ese esquema se deja expresamente establecido que serán consideradas, a los fines de evaluar el cumplimiento de los compromisos de reducción, la adquisición que los países obligados puedan concretar de unidades de reducción de emisiones.

El Protocolo establece las bases de los mecanismos centrales de funcionamiento del sistema, a los que se suele hacer referencia en conjunto como “Comercio de Emisiones”; y las reglas sobre información que las Partes deberán cumplimentar, con los procedimientos tendientes a su validación a nivel colectivo.

El primero de los dispositivos diseñados en el Protocolo se refiere a la posibilidad de desarrollar el comercio de los derechos de emisión permite a los países desarrollados intercambiar la cantidad de emisiones atribuida como aceptable a cada uno de ellos. De esta manera los países del Anexo I pueden transferir entre sí las unidades de reducción de emisiones resultantes de proyectos que

disminuyan las emisiones por cambios en las fuentes o que incrementen su absorción -los sumideros de los gases de efecto invernadero-.

El método conocido como Aplicación Conjunta se refiere a la posibilidad que los países incluidos en el Anexo I tienen de llevar adelante acciones comunes con el objetivo de alcanzar los compromisos de emisiones. Las pautas del Artículo 6º del Protocolo son posteriormente completadas por la normativa que emana de la Conferencia de las Partes y resulta complementaria de la primer norma. Se prevé, por ejemplo, la posibilidad de otorgar adelantos, las obligaciones de información para evaluar los resultados y las tasas que los interesados deben abonar al tiempo de presentar un proyecto.

Así, el Artículo 4º del Protocolo fija una pauta de cooperación relativamente estable entre incluidos países en el Anexo I, cuyas emisiones serán medidas agregadamente. Esto se ha considerado de la máxima relevancia no tanto por la eventual cercanía física que dos países podrían tener y que eventualmente facilitaría el desarrollo conjunto de proyectos de infraestructura con impacto en los niveles de emisión, sino por ofrecer una mayor probabilidad de acción efectiva respecto a los actores que en muchas ocasiones son sujetos vinculados –cuando no son los mismos-. La misma norma contempla la posibilidad que una “organización regional de integración económica” tendrá de considerar sus miembros, a los fines de evaluar el funcionamiento del Protocolo, de manera agregada.

El Artículo 12 crea el Mecanismo de Desarrollo Limpio –el que mayor relación presente con el presente trabajo-, contempla créditos por inversiones que reduzcan emisiones en países en vías de desarrollo.

El numeral 2º del artículo describe el objetivo del MDL: “El propósito del mecanismo para un desarrollo limpio es ayudar a las Partes no incluidas en el

anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención, así como ayudar a las Partes incluidas en el anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3”.

En la concreción de acciones en el marco del MDL se supone que el país incluido en el Anexo I puede usar las reducciones certificadas de emisiones que se logren con los proyectos, a los fines de evaluar el grado de cumplimiento de sus propios compromisos. Las Partes no incluidas en el Anexo I resultan beneficiarias de la acción, no sólo por la reducción del nivel de emisiones, sino porque el Protocolo prevé que ayude a organizar la financiación de actividades, que su producido cubra los costos administrativos que demande su ejecución y, en suma, que facilite a esos países el hacer frente a los costos de la adaptación.

En términos generales, podemos afirmar que un proyecto de este tipo requiere una evaluación y da lugar a su registro en la Junta Ejecutiva del Protocolo. Ello precisa el consentimiento formal de ambos Estados, la presentación de sus justificaciones técnicas, la aprobación del proyecto por las autoridades del país “anfitrión” y una revisión independiente de sus resultados.

### **10.2 El Protocolo de Kyoto en el derecho argentino**

Nuestro país aprobó el Protocolo de Kyoto por Ley 25.438, sancionada el 20 de junio de 2001. Sin embargo con anterioridad a la sanción de la ley, el Poder Ejecutivo ya había dictado una serie de normativas proyectando su funcionamiento futuro.

Es el caso del Decreto 822 de fecha 16 de julio de 1998, que creó Oficina Argentina de Implementación Conjunta con el objeto de llevar a cabo en forma eficiente las acciones vinculadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Oficina, cuyo funcionamiento se fijaba en el ámbito de

la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Presidencia de la Nación, se conformaba con un Comité Ejecutivo, un Comité Asesor y una Secretaría Permanente. La Presidencia del Comité Ejecutivo estaría a cargo de la Subsecretaría de Ordenamiento territorial.

La Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable dictó su Resolución Nro. 849 de fecha 7 de septiembre de 1999, por la cual son aprobados el reglamento de funcionamiento del Comité Ejecutivo, los Lineamientos básicos para la presentación de proyectos ante la Oficina y un tercer documento que establecía los requisitos necesarios para el ingreso al Comité Asesor.

Pocos meses después de la aprobación del Protocolo –el 16 de octubre del 2001- la entonces Subsecretaría de Ordenamiento y Política Ambiental dictó tres Disposiciones (Nros 166 a 168) que establecían las bases para aplicar el referido Convenio y, en especial, para poner en funcionamiento en el país el Mecanismo de Desarrollo Limpio aprovechando fundamentalmente los desarrollos que venían anunciándose en el campo de las energías y combustibles alternativos.

El artículo 1º de la Disposición N° 166 crea el Programa el Nacional de Energías y Combustibles alternativos y sustentables, “relacionado con la problemática del cambio climático y la normativa emergente de la CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMATICO (CMNUCC)”, con tres componentes asociados a la cuestión energética que no incluían los biocombustibles.

El artículo 1º de la Disposición N° 167 establece la denominación “Oficina Argentina del Mecanismo de Desarrollo Limpio” para la hasta entonces llamada Oficina Argentina de Implementación Conjunta (recordemos que la Oficina había sido creada anteriormente, por Decreto 822/98). Se entendió en ese momento que la denominación nueva reflejaba mejor su relación con el Protocolo de Kyoto. Tres

años más tarde la Resolución sería dejada sin efecto (Res. 825/04) y al año siguiente se volvería a tomar la misma definición antes dejada sin efecto, retomando las denominaciones que la Disposición N° 167 había establecido; ahora mediante la Resolución Nro 240 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, de fecha 24 de febrero de 2005.

Por su parte la Disposición N° 168 establece que el servicio de evaluación técnica de los proyectos presentados a la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio, sería prestado por instituciones argentinas públicas u organizaciones sin fines de lucro que acrediten antecedentes y experiencia para la evaluación de proyectos y que tengan capacidad para evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero. La definición requería intervención favorable del Comité Ejecutivo de la mencionada Oficina y la celebración de un convenio de cooperación con la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Unos meses después se crearía el Registro de Instituciones Evaluadoras en el ámbito de la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio, mediante la Resolución de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Nro. 435 del 19 de junio de 2002.

Tiempo después, mediante el Decreto N° 2213/2002, se designa a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Salud como Autoridad de Aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

La Secretaría, en uso de las facultades que le confería el Decreto citado, primero creó la Unidad de Cambio Climático mediante la Resolución Nro. 56 de fecha 14 de enero de 2003, para desarrollar funciones consultivas, secundada por una Comisión Nacional Asesora prevista con amplia participación y una Comisión de Enlace con organizaciones la Sociedad Civil –más tarde creada mediante Resolución de esa Secretaría Nro. 763/04-.

Con el objetivo de facilitar las presentaciones de proyectos con pretensión de participar en el Mecanismo de Desarrollo Limpio, la Resolución nº 239 (19/3/2004) estableció un Mecanismo de Consulta Previa, de carácter opcional, que concluye con una Carta de No Objeción otorgada por la Secretaría.

El 1º de noviembre de 2004 se aprueban las Normas de Procedimiento para la Evaluación Nacional de Proyectos Presentados ante la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio por Resolución Nº 825 de la Secretaría. La norma además dejaba sin efecto y derogaba una serie de reglas anteriores (las referidas Disposiciones 167 a 169, la Resolución 252/01 –que establecías las anteriores Reglas de procedimiento-, la Resolución 345/02 –formato de presentación de proyectos-; y las normas dictadas en el año 1999 como los Lineamientos básicos para la presentación de proyectos). Las normas de procedimiento establecidas por esta norma –que continúan en vigencia- prevén que el trámite puede demandar 40 días hábiles hasta su elevación a la Secretaría para su aprobación o rechazo.

Vale tener en cuenta que a la fecha del dictado de todas las normas hasta aquí tratadas, el Protocolo aún no se encontraba en vigencia y que inclusive algunas de ellas son anteriores a su aprobación legislativa en Argentina.

Posteriormente la Resolución de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Nro. 248, de fecha 1º de marzo de 2005, crea el Programa Nacional de Escenarios Climáticos, con diversas funciones relacionadas con el cumplimiento de los compromisos emergentes de la ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Con similar escenario –e igual ubicación funcional y fuente de financiamiento- anteriormente había sido creado el Programa Nacional sobre Impactos del Cambio Climático (Resol. 1125/2001).

En el mes de septiembre del 2005 se crea, por Decreto N° 1070, el Fondo Argentino del Carbono con el objeto de facilitar e incentivar el desarrollo de proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Consiste en un módulo de asistencia presupuestaria para los actores de proyectos que potencialmente podrían aprovechar el MDL.

Más recientemente cabe hacer referencia a dos normas que completan el panorama institucional de organismos con competencia en la temática. Estas son el Decreto 1.919 del 26 de diciembre de 2006 y la Resolución Nro. 58 de la Jefatura de Gabinete de Ministros de fecha 9 de marzo de 2007.

En ellas es posible observar la descripción de los objetivos previstos para la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental, la Subsecretaría de Coordinación de Políticas Ambientales y para la Subsecretaría de Promoción del Desarrollo Sustentable. Igualmente la responsabilidad primaria que le cabe a las Direcciones Nacionales que de ellas dependen, junto a una exposición de las acciones que éstas deberán desarrollar.

En la Resolución antes mencionada se completan los niveles jerárquicamente inferiores, incorporando el detalle de las acciones que caben a cada una de las Direcciones que tendrán intervención en el funcionamiento concreto de Kyoto.

En este último sentido especial relevancia tiene lo previsto para la Dirección Nacional de Gestión del Desarrollo Sustentable, cuya responsabilidad primaria se refiere al diseño y la ejecución de la política nacional en la materia; así como lo relativo a la Dirección de Cambio Climático, que reúne entre sus acciones elaborar y proponer los lineamientos generales de la política relativa al cambio climático; coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales previstas en la

Convención de Naciones Unidas; y la asistencia técnica y financiera a la Oficina Argentina del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

En suma es posible concluir que, aunque las reglas analizadas evidencian al menos tres momentos diversos de elaboración, en términos generales la normativa de fuente nacional relativa al Protocolo de Kyoto aparece como suficiente para desarrollar el rol planteado para nuestro país en el convenio, desde que en ella se establecen las bases para la intervención que le corresponde a la autoridad argentina y se determinan las dependencias que deberán actuar en la tramitación.

En el mismo sentido cabe afirmar que la normativa deja planteada la incorporación de las resoluciones que pudieran adoptarse en el futuro desde la Conferencia de las Partes en el ámbito del Protocolo, sin necesidad de formalizar trámites especiales o nuevos actos administrativos.

Con relación al rol que les cabe a las autoridades subnacionales, es necesario remitirse a la división general de competencias entre los niveles de Estado, desde que son pocas las referencias expresas a la intervención de éstas. Puede ser relevante a estos fines la consideración de la llamada Ley General del Ambiente (nº 25.675) que establece el Sistema Federal Ambiental y reconoce al Consejo Federal de Medio Ambiente integrado por todas las Provincias y por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (que fuera creado en la ciudad de La Rioja el día 31 de agosto de 1990), como ámbito de coordinación.

### **10.3. El Mecanismo para un Desarrollo Limpio**

El Mecanismo para un Desarrollo Limpio fue propuesto en la 7º Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, celebrada en noviembre de 2001 en la ciudad de Marrakech y consagrado en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto.

Siendo el único de los mecanismos de Kyoto que involucra países en desarrollo, se entiende pertinente realizar en el presente estudio una referencia especial a su funcionamiento. Asimismo cabe señalar el importante nivel de funcionamiento que ha mantenido el MDL que, según el informe anual 2005-2006, cuenta más de 400 actividades de proyectos registradas, que dieron lugar a la expedición durante el año de poco menos de 20 millones de reducciones certificadas de las emisiones; o las 71 metodologías para las bases de referencia y la vigilancia con instrumentos y manuales que se ofrecen a los participantes en los proyectos. En la Argentina, según informes de la Junta Ejecutiva, a la fecha se extendieron un total de 330.919 certificados.

En las bases del mecanismo, siguiendo el mencionado artículo 12º del Protocolo, cabe mencionar las Decisiones que adopta la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto, cuya última edición culminó el 17 de noviembre del año pasado.

La norma mencionada en el párrafo precedente (identificada como Decisión 1/CMP.2) contiene algunas cuestiones de carácter institucional, como consagrar el alto nivel que le cabe a la Junta Ejecutiva en la Gestión del Mecanismo, que incluyen facultades como las aprobar y revisar su plan de gestión, o el deber de la Secretaría de prestar apoyo a la Junta en el desarrollo de sus tareas. Asimismo confirma las designaciones de entidades operacionales del MDL, que fueran provisionalmente hechas por la Junta Ejecutiva. En el plano de las metodologías se destaca el acento que otorga a facilitar las actividades de proyectos en pequeña escala; apunta algunas cuestiones relativas a ciertos casos de proyectos como los que contemplan la situación de formaciones geológicas o sobre depósitos de agua.

También son de la máxima relevancia las decisiones que puede adoptar la Junta Ejecutiva, un rol que en el último período de la Conferencia de las Partes fuera particularmente reconocido. Puede afirmarse que –siempre en el marco del Protocolo- las definiciones de la Junta Ejecutiva son la determinación más frecuente de las normas del Sistema. Para ello es posible tomar en consideración la formulación del plan de gestión de la Junta, el que de alguna manera ha marcado el sentido que fueron tomando las fuentes elaboradas. De esta manera la Junta desarrolla las funciones que le fueran reconocidas en la Decisión 12/CP.7.

Todo ello conjuntamente con una práctica que se ha ido desarrollando desde la celebración misma del Protocolo, con una fuerte incidencia de las reglas adoptadas tanto internamente en algunos de los países integrantes del Anexo I como en la Unión Europea, dio lugar al marco actual sobre el mecanismo para un desarrollo limpio que intentaremos resumir en los párrafos siguientes.

La elegibilidad de los proyectos para el MDL requiere el cumplimiento de ciertos recaudos: a) aprobación de las autoridades del País Anfitrión (de tratarse el futuro adquirente de un sujeto privado, será preciso que cuente con la autorización del país en el que proyecta computar los créditos que obtenga); b) implicar una reducción de emisiones; c) contar con certificación expedida por una entidad operacional del MDL; y, d) contar con un plan de monitoreo aprobado por la Junta Ejecutiva.

En todos los casos se asume que la reducción debe ser un efecto de largo plazo causado por el proyecto, sin cuya realización no hubiera sido factible. Adicionalmente cabe destacar que existen restricciones en cuanto al financiamiento de la ejecución del proyecto (no debería haber recibido ayuda de un país del Anexo I) y también para ciertas fuentes (vgr. los proyectos forestales sólo pueden representar un pequeño porcentaje del total de emisiones consideradas).

Es relevante también considerar uno de los temas que más trabajos ha suscitado en el Protocolo: las metodologías con las cuales debe monitorearse el cumplimiento de un proyecto MDL. Muchas son las metodologías aprobadas, teniendo en cuenta que son especialmente sensibles a las diversidades que presentan las fuentes de emisiones, a las diversidades de los sectores de trabajo y hasta las condiciones del territorio sobre el cual se asienta el proyecto. En el tema juega un papel relevante el Panel de Metodologías, responsable de elevar las propuestas a la Junta Ejecutiva.

Todo proyecto debe atravesar diversas fases que tiene particularidades con alta incidencia sobre el resultado final. Las más importantes son: a) diseño del proyecto, que teniendo en cuenta las actividades necesarias y el efecto esperado, da lugar a la elaboración de un Documento (PDD) que será utilizado en su evaluación; b) Validación por la entidad operacional; c) Registración en la Junta Ejecutiva; d) Implementación; e) Recopilación de datos necesarios para llevar adelante un monitoreo, que supone la medición de las reducciones obtenidas; f) certificación, por una entidad independiente, de las reducciones registradas; y, g) Expedición de Certificados de Reducción de Emisiones (CERs), por la Junta Ejecutiva.

Requiere una aclaración final el análisis de la incidencia potencial del MDL sobre el escenario de los biocombustibles. Si bien el objetivo de un proyecto MDL es recibir Certificados de Reducción de Emisiones (CERs), llamados comúnmente bonos de carbono, es importante tener en cuenta que las certificaciones se vinculan directamente con la reducción de gases de efecto invernadero y que ésta puede resultar completamente distinta según sea la actividad para la que el biocombustible se utilice.

A estos fines cabe recordar que el cálculo más comúnmente utilizado se limita a la sustitución de combustibles fósiles, pero debe considerarse que la materia prima con que se elabora el biocombustible (vgr. comestible residual), la fuente a ser reemplazada (vgr. el caso de la generación de electricidad a partir de biomasa) y, en ocasiones, la escala del proyecto, resultarían en mediciones sustancialmente diferentes. Ello ha dado lugar a múltiples discusiones sobre la -eventual- duplicación de certificados por su expedición a favor de productores y usuarios del biocombustible.

Sin perjuicio de ello, es razonable conjeturar que, en un futuro cercano, sería aprobada alguna metodología referida a la utilización de biocombustibles en el transporte, considerando la importancia del sector en los niveles actuales de emisiones de gases efecto con invernadero.

Por el momento es posible contar con la metodología ya aprobada para medición de emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la combustión de combustibles fósiles

#### **10.4 El comercio de las certificaciones de reducción de emisiones**

Los Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) se comercializan a nivel internacional, en distintos ámbitos, con diferentes marcos legales y, consecuentemente, con resultados igualmente dispares.

Teniendo en cuenta la fecha de inicio de la exigibilidad, la asignación de los cupos de emisión dentro de cada país (en empresas o sectores -generación de electricidad con combustibles fósiles; siderurgia; etc.-) y considerando la alternativa de operar transacciones sobre las reducciones de gases de efecto invernadero brindada desde el propio Protocolo; era de esperar que surgiera un ámbito donde la negociación pudiera desarrollarse. El sistema reproduce el mecanismo en sus líneas centrales, sobre la base de una estimación de emisiones y su ponderación respecto del nivel nacional admitido.

Como es lógico, el punto temporalmente más relevante es el referido al próximo período de cumplimiento los compromisos asumidos en el Protocolo de Kyoto, que se inicia en el 2008.

Se armaron entonces sistemas donde las partes acuerdan el intercambio de Permisos de Dióxido de Carbono –en definitiva la “contaminación aceptable”-. Obviamente (al menos hasta el día de hoy) el objeto de transacción es un futuro.

Aunque el mercado donde funcionan las transacciones es el europeo – particularmente el inglés-, es un dato suficientemente ilustrativo que las autoridades alemanes expresaron hace pocos meses que ellos esperan comprar permisos de contaminación negociable por un volumen que alcanza el 40% de los requerimientos del sector de generación de energía (más de 50 millones de Tn).

Es conveniente considerar que encontramos este ámbito de negociación incluso fuera del espacio de Kyoto: la European Climate Exchange (ECX) de la Bolsa de Chicago es el caso más significativo. Se trata del primer mercado del mundo de emisiones del mundo. Como es natural, la participación es totalmente voluntaria, pero el funcionamiento es reglado y los acuerdos tienen obligatoriedad de otros acuerdos contractuales. Sin perjuicio de ello, el volumen negociado en el mes de agosto es levemente inferior al millón de toneladas. En el mismo marco se lanzó la New Chicago Climate Futures Exchange, que operaba sobre fines del mes de octubre todavía con bajos volúmenes y con un valor que rondaba los 20 U\$ para créditos del año 2008 y siguientes. Seguramente se sumará a los ámbitos de negociación la New York Mercantile Exchange.

También Australia trabajó para el ingreso al mercado –pese a no suscribir Kyoto-. Las autoridades de ese país llegaron a afirmar que el mercado de emisiones se

convertiría en pocos años en el plano de commodities más importante (vale en ese sentido recordar el lugar que Australia ocupa entre los exportadores de carbón).

Sin la estructura cuasi bursátil de la ECX, resulta relevante tener en cuenta el sistema europeo de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero. En este punto cabe recordar que la UE –que sostiene un marco único para distribuir las emisiones entre sus Miembros-, al considerar vender los certificados a los países que no hayan alcanzado a cumplir con su compromiso, probablemente deba primero completar su propia zona. El mercado europeo –abierto hace dos años- proyectaba superar antes de fin de año los 30.000 millones de dólares. El esfuerzo también es acompañado desde las autoridades de la UE, con el dictado de reglas que intentan consolidar las condiciones de seguridad suficientes para avanzar con las transacciones (vgr. cuestiones relativas a la información del estado de las emisiones, como la Decisión de la Comisión 2007/589/CE que aprueba las directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases).

Para el 2008, cuando las pautas límites de contaminación devengan obligatorias, la ETS (por siglas inglesas de European Union CO2 emission trading écheme) habrá acumulado los millones de toneladas necesarios para cubrir muchos de los niveles agregados; y entonces comenzarán las transacciones intersectoriales, de las que se conjetura saldrá el mayor movimiento.

Por su parte, en América Latina el único caso verificado hasta el momento ha sido la venta de certificados de reducción emisiones desde la ciudad de San Pablo, a finales del mes de septiembre de 2007. En la oportunidad fueron transferidas el equivalente a 808.450 toneladas de carbono, por la alcaldía de esa ciudad. La operación, que fuera concertada a través de la Bolsa de Mercaderías y Futuros; y el adquirente fue el banco belga-holandés Fortis Bank NV/SA, a un precio de 16,20 euros por tonelada.

Fuera de los marcos mencionados, las transacciones de dióxido de carbono son acuerdos entre particulares, sin requisitos formales ni sustanciales relativos a la operación contractual. Adicionalmente no se observan en los ordenamientos consultados exigencias de publicitar de alguna manera las operaciones ni mucho menos los valores involucrados.

Parece claro que no todos los sectores tienen la misma necesidad de obtener –los que llamamos- “permisos de contaminación” y que, aún dentro de un mismo sector económico, la posición de cada sujeto intervinientes responde a múltiples orígenes posibles. Asimismo los cambios o inversiones de capital que deben hacerse en orden a reducir las emisiones resultan igualmente dispares entre los distintos sectores.

Adicionalmente es posible encontrar nuevas diferencias según estemos frente a un contrato sobre reducción de emisiones a futuro, que deriven de un Proyecto de desarrollo limpio; si el adquirente aportará fondos sobre para su realización; todo lo cual haría necesario distinguir entre el costo de la financiación de carbono y el precio del desarrollo.

Lo propio cabe afirmar de la evaluación de riesgo que el negocio conlleva (que supera el tradicional riesgo comercial y aún el de desarrollo), tema en el que debemos recordar que los límites sobre el nivel de emisión fueron determinados para n número de años que probablemente no alcance para amortizar la inversión inicial. En suma, ello generalmente se responderá dependiendo de las características del sector económico de que se trate.

En definitiva, la utilización de los bonos de carbono será una herramienta alternativa de financiación de la inversión que conlleva el recambio de algunos sectores, pero todavía no recibe el volumen necesario para convertirse en el camino para su amortización.

### **10.3 Resumen**

La toma de conciencia sobre el cambio climático dio lugar a la celebración de una serie de convenios internacional que tiene por objeto limitar las emisiones de los gases con efecto invernadero.

El Protocolo de Kyoto contiene un detalle de los niveles máximos permitidos, articulando un panorama que permite los intercambios de niveles de emisión entre países –y hacia dentro de ellos, seguramente entre los diversos sectores de la economía-.

Entre los distintos mecanismos que ofrece el Protocolo, se destaca para nuestro país el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Por éste se desarrollan proyectos que resultan en la reducción de emisiones, generando créditos por cantidad equivalente, los que pueden negociarse.

Adquiriendo los créditos, quienes se hayan excedido en sus emisiones podrán compensar. Estas operaciones son acuerdos privados o negociaciones públicas, generalmente de futuros. Son los conocidos como créditos de carbono, por usarse como unidad de conversión el CO<sub>2</sub>.

## **11. Conclusiones Finales**

Se ha observado en el presente trabajo, el creciente interés por el desarrollo y uso de combustibles renovables. Se puede decir que, la fuente principal de atracción a esta incipiente corriente de sustitución de combustibles fósiles, viene avalada por dos preocupaciones de alcance planetario. Por un lado, los combustibles renovables son amigables con el medio ambiente. La inquietud mundial por el calentamiento global sin duda constituye un disparador que motiva corrientes de investigación en estas fuentes alternativas de generación energética. Se comprueba que en el proceso de combustión, los combustibles de origen vegetal, tienen impactos importantes en atenuar el calentamiento global al capturar Dióxido y Monóxido de Carbono, reduciendo de esta manera los gases que generan el calentamiento global.

Por otro lado, no menos importancia adquiere la preocupación mundial por el potencial desabastecimiento del petróleo. Esto se observa claramente al analizar el estado actual de la matriz energética mundial. Se evidencia entonces, una dotación de reservas para elaboración de combustibles fósiles no renovables, incompatible con un mundo en crecimiento, con demandas crecientes de energía.

Puede decirse que en este proceso se generan expectativas anticipadas que, junto con las turbulencias políticas, influyen en las crecientes subas de la cotización del barril del crudo.

Dentro de este contexto, es que adquiere relevancia, el análisis del clúster procesador de soja y de oleaginosas en general, situado en la provincia de Santa Fe, y en particular, en la zona Rosafe.

El complejo aceitero local, se encuentra en condiciones de agregar valor a su producción, diversificando la misma. El aceite crudo, puede destinarse a ser comercializado como tal, o a esterificarse y comercializarse como bio diesel, o refinarse y comercializarse como aceite refinado.

Los clientes para estos productos son distintos, por lo que también se logra una ampliación del mercado.

Las condiciones competitivas del polo aceitero local, indican que las metas de sustitución establecida por la ley 26093, que constituye el régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable de bio combustibles, son altamente alcanzables para la fecha de corte fijada.

Entonces, podemos concluir que dada la ubicación geográfica de la provincia, los suelos aptos para la producción de vegetales destinables a la producción de bio combustibles, el clima, los accesos a plantas de transformación y almacenamiento, más la cercanía a puertos de vías navegables, resumen en conjunto, condiciones ideales para el desarrollo de bio combustibles.

Sin embargo, a pesar de las condiciones estructurales positivas, puede observarse, que existe una brecha favorable al uso del petro diesel, en detrimento de los bio diesel, dado el precio actual del petro diesel (subsidiado) y los precios actuales de los aceites vegetales.

También es destacable mencionar las posibilidades de producción de bio etanol, con localización de ingenios azucareros, en el norte de la provincia de Santa Fe.

Esta posibilidad, puede asimilarse en alguna medida, a la experiencia brasileña en la materia. En el reconocimiento realizado "in situ" en Brasil, acerca de las potencialidades de la caña de azúcar como insumo para este biocombustible, se puede concluir que un desarrollo similar podría adoptarse en el norte de la provincia.

Toda iniciativa pública o privada en esta región santafecina, lograría, no solo crecimiento de empleo sino también desarrollo regional, sobre todo en pequeños pueblos que están relegados en relación a los del sur santafecino.

Al analizar la estructura de costos, en la producción de bio combustibles, se puede observar claramente, el importante impacto que tiene en dicha estructura, el precio de la soja y del maíz, en la obtención de bio diesel y bio etanol respectivamente. Si bien los costos pueden ser mejorados, vía comercialización de los subproductos obtenidos en dichos procesos de producción, una comparación con la estructura de costo del gasoil, nos esta indicando hoy día una ventaja de precio más económico hacia este último. En tal sentido, estaría siendo conveniente, importar gasoil, y destinar aceites al mercado mundial.

Pero si observamos tendencias a mediano y largo plazo, puede concluirse que el horizonte de agotamiento de los combustibles fósiles, sumado a la problemática climatológica, abren perspectivas competitivas a la región, para el proceso y comercialización de bio combustibles.

## **12. Bibliografía**

ADM World. Proceso Etanol.

Agencia de Desarrollo de Inversiones. Biodiesel en Argentina

Availability and cost of biomass for road fuels in EU, Joint Research Centre of European Commission, European Commission, Bruselas, 2006.

Ax Elicegui Jorge. Presentación: Biocombustibles: una oportunidad para el agro. Universidad Austral.

Bazán Marcos. Introducción al Mercado de Bonos de Carbono. Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007

Biofuels in the European Union: A vision for 2030 and beyond, Directorate-General for Research, European Commission, Bruselas, 2006.

BIOCOMBUSTIBLES Ley 26.093. Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones.

Campbell John B.. National Biodiesel Board - 2005 Annual Meeting. February 1, 2005

Cárdenas Gerónimo. Presentación: Condiciones para proyectos de biocombustibles. Estación experimental Obispo columbres.

Caro, Antonio. Situación del sector Eléctrico. III Congreso de Economía Provincial. Rosario, Santa Fe. 2007.

CBOT. Ethanol Futures Contract Key Charts, updated through April, 2007

CBOT. Ethanol Derivatives. Key Charts & Data updated through September 2007.

CBOT.Ethanol Futures. Corn Crush Reference Guide. October 2007.

CEPEA / UTALP / USP. Custos de produção de Biodiesel no Brasil. Set. 2006.

Challenges and opportunities for developing countries in producing biofuels, Nov. 2006, United Nations Conference on trade and Development.

CIARA. Información

Climate Change And Carbon Markets: A Handbook of Emissions Reduction Mechanisms, Farhana Yamin (2005, James & James/Earthscan, ISBN 844071634

Compañía Azucarera Los Balcanes. "Un Productor Natural de Bioenergía". Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007

Conversion Factors And Energy Equivalents.

Cordeu, José Luis. Alimentos y Energía. FAO. Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007

CUWG internal document. Barcelona Biomasa.

CUWG internal document. Bioethanol

CUWG. Ethanol Shiploading Procedure. June 2006.

Dietze Ronaldo Plan Nacional Del Biodiesel en Paraguay

Deloitte. Biocombustibles. Beneficios Fiscales del régimen de Regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles. Ley 26.093. Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007

DOE, USA. Biofuels for Alternative Fuel Vehicles.

DOE, USA. Biofuels for the Economy.

Dutch government. Testing framework for sustainable biomass.

Elaboración de Biodiesel.

<http://www.journeytoforever.org/es/biocombustibles.html>

Etanol.org. Net Energy Balance of Ethanol Production.

FAS USDA report. ATO GAIN N° B6008. Brazil - Bio-Fuels – Annual 2006.

FAS USDA. EU-25 Bio-Fuels Biofuels Annual 2006.

FAS USDA. Italy - Trade Policy Monitoring – Biofuels 2007.

Fernández, Diego. Mercados de futuros de Biocombustibles. Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007

Final draft report of the Biofuels Research Advisory Council. Biofuels in the European Union. A Vision For 2030 And Beyond

Frederique Rosa E Abreu. Experiencia de Brasil en el Desarrollo y difusión de especies con fines Energéticos

Fundación Libertad. Presentación: Biocombustibles, Energía del Futuro

Greenhouse Gas Emissions: Global Business Aspects, Michael See. 2001, Springer, ISBN 3540678891.

Informes de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), dependiente de la Organización Meteorológica Mundial y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Publicado en Japón por IGES

Institute of Shortening and Edible Oils. Washington, DC. Food Fats And Oils. 2006.

INTA Castelar. Hilbert Jorge A. El combustible vegetal específico para el agro

INTA-UADE. Caracterización y rendimiento del biodiesel en tractores agrícolas

INTI. Energía + medioambiente + alimentos.

INTA. Estudios De Rendimiento Comparativo Gasoil. Biodiesel B100 Y B 20

INTA. Presentación. Iriarte Liliana Foro Cultivo Bioenergéticos. Cultivo de la Colza

INTA. Presentación. Biocombustibles.

INTA. Rendimiento comparativo de Biodiesel y Gasoil en Tractores Agrícolas.

Janet Bachmann. NCAT Agriculture Specialist. Oilseed Processing for Small-Scale Producers. Revised May 2004

Kinast J.A.. Gas Technology Institute Des Plaines, Illinois. NREL. Production of Biodiesels from Multiple Feedstocks and Properties of Biodiesels and Biodiesel / Diesel Blends.

Lasgoity, Enrique. Actualidad de los Biocombustible en la Argentina: "Proyectos en marcha". Seminario de Biocombustibles Fundación Libertad. Rosario, Santa Fe. 2007

Lamers Patrick Emerging liquid biofuel markets ¿A dónde va la Argentina?

Larosa, Rodolfo. Proceso para la producción de Biodiesel. Enero 2003.

Lynn Wright, Bob Boundy, Bob Perlack, Stacy Davis, Bo Saulsbury. Oak Ridge Nationa. Laboratory. Biomass Energy Data Book: Edition 1 - September 2006.

MAIZAR. La industria del Etanol a partir del maíz. Es posible el desarrollo en Argentina.

MAIZAR: Presentación. La cadena del maíz Argentino ante el desafío e los Biocombustibles. Fundación Libertad. Rosario, Santa Fe. 2006

MATBA. El contrato de futuro de aceite y la industria de los biocombustibles. Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007

Methanol Institute. A Biodiesel Primer: Market & Public Policy Developments, Quality, Standards & Handling.

Mira José Aracil. Producción De Biodiesel Producción De Biodiesel a Partir De Aceites Usados. Universidad Complutense de Madrid.

Molina Claudio A. Biocombustibles Jornadas Nacionales de Biocombustibles del NOA. III Congreso de Economía Provincial. Rosario, Santa Fe. 2007.

Molina Claudio A. Los Biocombustibles Como Alternativa.

Nastari, Plinio. The World Etanol Market. Foro Global de Bioenergía. Rosario, Santa Fe. 2007.

National Biodiesel Board. Biodiesel production.

National Biodiesel Board. Biodiesel specifications.

National Biodiesel Board. Chemical Weight and Formula.

National Biodiesel Board. Specification For Biodiesel (B100) – ASTM D6751-07.

Norma IRAM 6515-1

Norma EN14214

Norma ASTM D6751

Obschatko, E. S. de (coordinadora) SAGPyA – IICA. Perspectivas de los biocombustibles en Argentina y en Brasil.

Oil - Fox S.A. Proceso De Elaboración de Biodiesel

Oregon Nanoscience And Microtechnologies Institute. Microreactor for biodiesel production. Feb 2006.

Panichelli Luis. Analisis de ciclo de vida (ACV) de la produccion de biodiesel (B100) en argentina. UBA.

Parcerias Estratégicas, Número 19, dic. 2004, Brasília, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

Pontón, Rogelio. Infraestructura del Transporte en la Comercialización de Granos. III Congreso de Economía Provincial. Rosario, Santa Fe. 2007.

Promoting biofuels in Europe, Directorate-General for Energy and Transport, European Commission, Bruselas, 2004.

Primeras Jornadas Nacionales de BioCombustibles del NOA Tucumán. Presentación: Un productor Natural de Bioenergía Etanol: De Tucumán y el NOA, al País y el Mundo. 29 y 30 de marzo de 2007

Querini Carlos. Presentación: Biodiesel, impacto del tipo de materia prima en el proceso de producción y calidad del producto. Instituto de investigaciones en catálisis y petroquímica. UNL. CONICET. Santa Fe.

Recommended International Code Of Practice For The Storage And Transport Of Edible Oils And Fats In Bulk. CAC/RCP 36 - 1987 (Rev. 1-1999)

Renewable energy technologies, Directorate-General for Research, European Commission, Bruselas, 2007.

Renewable Fuels Association. From Niche To Nation Ethanol Industry Outlook 2006.

Rojas Néstor Y. \* Revisión de las emisiones de material particulado por la combustión de diesel y biodiesel.

SAGPyA. Ganduglia Federico. Presentación. Almada Miguel. Parámetros económicos y sociales de los cultivos para biocombustibles

SAGPyA . Perspectivas de los biocombustibles en la Argentina.

SAGPyA. Presentación. I Foro de Cultivos Alternativos Generación de Materias Primas con fines Energéticos.

SAGPyA- IICA. Perspectivas de los biocombustibles en Argentina y en Brasil. 2005

Sala Sebastián y Gaioli Fabián. Argentina, Biodiesel y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio.

Sciara, Angel. El Proyecto Circunvalar Rosario. ¿Una inversión sobre rieles?. Décimas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística, noviembre 2005.

U.S. Biodiesel Development: New Markets for Conventional and Genetically Modified Agricultural Products.

US Department of Energy. Biodiesel Handling and Use Guidelines. Marzo 2006

United Soybean Board . Promar. Evaluation and analysis of vegetable oil markets. Feb 2006.

USDA: Agricultural Outlook Forum 2007

USDA. Brazil Soybean Transportation Guide

USDoE. Hydrogen and Fuel Cells. November 2002.

USDoE. Biofuels for Environment.

USDoE. Biofuels Glossary.

Van Gerpen J., B. Shanks, and R. Pruszko. Iowa State University. D. Clements. Renewable Products Development Laboratory. G. Knothe. USDA/NCAUR. Biodiesel Analytical Methods.

Van Gerpen et al. NREL. Biodiesel Production Technology.. July 2004.

Van Vaals Martín and Paul Braks. Rabobank Internacional. Ethanol from biomass: a Dutch case study.

Vergagni Gustavo. Presentación: Bioetanol. Estado actual y nuevas tendencias. Oportunidades y desafíos. Desarrollos Empresarios.

Wasner Diego. Presentación: Primera red de ensayos del ricino. Instituto de Estudios Estratégicos y de relaciones Internacionales.

World Bio energy 2006. Lectures & Proceedings.

### **Páginas WEB Consultadas**

#### **Organismos Nacionales**

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INDEC

<http://www.indec.gov.ar/>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
<http://www.inta.gov.ar/>

Ministerio de Economía y Producción. Republica Argentina  
<http://www.mecon.gov.ar/>

Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Republica Argentina  
<http://www.mrecic.gov.ar/>

Ministerio de la Producción. Provincia de Santa Fe  
<http://www.portal.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/71>

Secretaría de agricultura, ganadería, pesca y alimentación  
[www.sagpya.mecon.gov.ar/](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos - Subsecretaría de Política Agropecuaria y Alimentos  
<http://www.alimentosargentinos.gov.ar/>

Secretaría de Energía. Republica Argentina  
<http://energia3.mecon.gov.ar/home/>

### **Organismos Internacionales**

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos  
<http://www.epa.gov/espanol/>

International Association of Seed Crushers (IASC)  
<http://www.iasc-oils.org/>

Energy Information Administration (US Dept. of Energy) Energy Statistics, Data, and Analysis  
[www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)

National Institute of Oilseed Products  
<http://www.niop.org/>

Oil World  
<http://www.oilworld.biz/app.php>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación  
[http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)

Red Mexicana de Bioenergía

<http://www.rembio.org/index0.html>

The National Biodiesel Board (NBB)

<http://www.biodiesel.org/>

US National Sunflower Association

<http://www.sunflowernsa.com>

United States Department of Agricultura

[www.usda.gov/](http://www.usda.gov/)

### **Asociaciones Nacionales e Internacionales**

Asociación de la Cadena de la Soja Argentina (ACSOJA)

<http://www.acsoja.org.ar/>

Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR)

<http://www.asagir.org.ar/>

Asociación Argentina de Grasas y Aceites (ASAGA)

<http://www.asaga.org.ar/>

Asociación de Maíz Argentino ( MAIZAR)

<http://www.maizar.org.ar>

Cámara Argentina de Biocombustibles

<http://www.argentinebiofuels.org/Espanol.html>

Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA)

<http://www.ciaracec.com.ar/espanol/home.php>

Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios – COPAL

<http://www.copal.com.ar/espanol/frames.html>

Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina

<http://www.foroagroindustrial.org.ar/home.php>

NextFuel

<http://www.biodiesel.com.ar/>

The American Soybean Association (ASA)

<http://www.soygrowers.com/>

United Soybean Borrad

<http://www.unitedsoybean.org/>

## **Mercados**

Bolsa de Comercio de Rosario

<http://www.bcr.com.ar/>

Bolsa de Cereales de Buenos Aires

<http://www.bolcereales.com.ar/>

## **Anexo: Glosario**

**Ácidos Grasos:** Cualquiera de los ácidos monocarboxílicos (saturados o insaturados) naturales, ya sea como mono, di o triglicéridos o como ácidos grasos libres en las grasas y aceites.

**Ácidos Grasos Libres:** Cualquiera de los ácidos monocarboxílicos (saturados o insaturados) naturales en grasas o aceites, pero que no están unidos a una molécula de glicerol. En caso de estar presentes, pueden producir combustibles ácidos que requieren procesos especiales para su transformación en bio diesel.

**Aditivos:** Compuestos químicos que se agregan a los combustibles en cantidades pequeñas para mejorar y mantener la calidad de los combustibles (ejemplo: Detergentes, inhibidores de la corrosión, antiespumantes, etc.)

**Alcoholes:** Compuestos Orgánicos que contienen un grupo carboxilo, lo que los diferencia de los hidrocarburos (Metanol, Etanol, etc.).

**Antioxidante:** Sustancias que inhiben las reacciones generadas por el Oxígeno.

**Bagazo o rastrojos:** Residuos, fundamentalmente de la planta de maíz, sorgo y caña de azúcar, que quedan después de la cosecha (mazorcas, hojas, talles, etc.).

**Bio combustibles:** Combustibles que se obtienen de fuentes de biomasa celulósica: etanol, biodiesel, metanol, etc.

**Bio degradables:** Toda sustancia que es degradada por la acción de los microorganismos.

**Biodiesel:** Combustible biodegradable que se obtiene de grasas y aceites (vegetales, animales o marinos) para su uso en motores diesel.

El biodiesel (químicamente un alquil éster de un ácido graso), es un combustible tipo diesel, que se obtiene de fuentes renovables tales como aceites vegetales (tanto de producción reciente, como los ya usados en un proceso de cocción) o grasas animales. Tal como el diesel obtenido del petróleo, los biodiesel pueden usarse en los motores de compresión – ignición. La información bibliográfica indica que casi todos los fabricantes de motores indican que mezclas de hasta 20 % biodiesel / diesel pueden usarse sin mayores modificaciones en los motores. Hay antecedentes de motores que funcionan con biodiesel puro, pero en general, son motores modificados especialmente o de baja tecnología. Sin embargo, la mayoría de los fabricantes demuestran una cierta preocupación por el impacto que puede tener este combustible en estado puro, en la vida útil probable de los motores.

Entre las ventajas que tiene el Biodiesel sobre el diesel, se puede citar además de la captura de carbono del medio ambiente durante la producción de los granos, la reducción en las emisiones de hidrocarburos no totalmente combustionados, monóxido de carbono, sulfatos, hidrocarburos aromáticos poli cíclicos, dinitroaminas, partículas, etc. Cuanto mayor es la pureza del biodiesel (menor mezcla con un diesel), menor es la emisión de estas partículas contaminantes.

**Bio energía:** Energías renovables que se producen a partir de materia orgánica. La materia orgánica puede usarse directamente como combustible o ser procesada a líquidos y gases.

**Bio Gas:** Gas combustible que se obtiene de la descomposición de residuos biológicos. Contiene normalmente un 50-60 % de Metano, y se puede obtener de las heces bovinas.

**Biomasa:** Materia orgánica renovable tal como bagazos, rastrojos, residuos de la industria de la madera, residuos animales, madera, plantas acuáticas, etc., usables para la producción de energía. Se considera también bio masa, a los

cultivos de los cuales se pueden obtener subproductos energéticos (maíz, palma, soja, colza, etc.).

Se entiende por biomasa a todo material biológico de origen renovable. Este material pueden ser material vegetal o productos derivados del mismo.

La biomasa puede ser materiales “comestibles” (y sus derivados) o “no comestibles”.

Entre los comestibles hay materiales tales como los azúcares originados en la caña de azúcar, las remolachas azucareras, las fructosas; almidón obtenido de cereales como el maíz, el sorgo, el trigo; o aceites vegetales (soja, girasol, colza, etc.), o grasas animales.

Entre las biomásas “no comestibles” podemos citar el gas metano obtenido por la fermentación de los detritus de los bovinos, la porción fibrosa no comestible de las plantas (“celulosa”, “ligno celulosa”, bagazo, etc.). Esta porción fibrosa es el material biológico más difundido en la naturaleza y químicamente están compuestos por celulosa, hemi celulosa y lignina. La celulosa y la hemi celulosa son carbohidratos complejos que pueden ser descompuestos en azúcares simples convertibles en etanol por determinados microorganismos.

**Celulasa:** es una familia de enzimas complejas especializada en descomponer por hidrólisis a la celulosa, transformándola en beta-glucosa. Es producida principalmente por hongos y bacterias. Los hongos *Trichoderma reesei* y *Trichoderma viride* son usados para la producción de celulosa. En el estómago de los herbívoros rumiantes y en ciertos hongos de la madera, se encuentran bacterias que degradan a la celulosa. Más allá de los rumiantes, la mayoría de los animales (incluido el hombre) no producen celulasa en sus cuerpos y por lo tanto no son capaces de usar la mayor parte de la energía contenida en las plantas.

**Celulosa:** La celulosa es un mono poli sacarido rígido, insoluble, que contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de glucosa. La celulosa es el compuesto más abundante de la biomasa terrestre. Es un polímero del azúcar simple celulosa. Forma la estructura esquelética de las células vegetales. La celulosa está compuesta por n moléculas de Beta glucosa. Son compuestos cíclicos, de forma hexagonal, que al degradarse por hidrólisis se separan en moléculas de glucosa.

**Cetano:** Indicador del rendimiento de un combustible diesel; es similar al “octano” para las naftas. Cuanto mayor es este número, menor es la demora para la ignición del motor y mejor la calidad de ignición.

**Combustibles “B-“:** mezclas de gas oil con bio diesel. Un combustible B-5 es un 5 % de bio diesel con 95 % de gas oil, mientras que un B-50 sería una mezcla de 50 % bio diesel y 50 % de gas oil.

**Combustibles “E”:** Mezclas de etanol con naftas. Un combustible E-10 tiene un 10 % de etanol con 90 % de naftas.

**Contenido energético:** Ver Valor de Combustión

**Conversión Bioquímica:** Es el proceso de conversión de materiales orgánicos en químicos, combustibles u otros productos mediante el uso de organismos mismos o sus productos como las enzimas.

**Cultivos energéticos:** Cultivos que se siembran / cultivan específicamente por su valor como combustibles. Esto incluye cultivos para uso comestible como el maíz y la caña de azúcar, y no comestibles como árboles y pasturas perennes

**Detergente:** Es un aditivo surfactante soluble en aceite, que mantiene la limpieza de las partes del motor, mediante la solubilización de los depósitos en sistema de combustible del motor.

**Dispersante:** Aditivo surfactante que puede contener a las partículas sólidas que se pueden encontrar en un combustible líquido.

**Digestión Anaeróbica:** Proceso bioquímico por el cual la material orgánica es descompuesta por bacterias en ausencia de Oxígeno, generando Metano y otros sub productos.

**Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** Es uno de los llamados “gases de invernadero”; es uno de los subproductos de la combustión de los hidrocarburos, y al atrapar el calor de la tierra, contribuye al calentamiento Global.

**Estabilidad Oxidativa:** Capacidad de un combustible para evitar la oxidación durante su almacenamiento o uso.

**Etanol:** Biológicamente se obtiene de la fermentación de los azúcares que componen los hidratos de carbono de las plantas y granos, o de residuos celulósicos de las plantas. El etanol se clasifica en anhidro (si no contiene agua) o hidro (si contiene agua).

**Flash Point:** Temperatura mínima a la cual un aceite o combustible, se enciende ante la presencia de una llama, en condiciones controladas de laboratorio.

**Hidro Carburos:** Sustancias compuestas de Hidrógeno y Carbono. Se refieren a componentes de los combustibles y a componentes de los gases de escape pobremente o no combustionados

**Hidrólisis Ácida:** Proceso químico por el cual se transforman la celulosa o el almidón en azúcares.

**Hidrólisis enzimática:** Proceso por el cual mediante el uso de enzimas, se transforma la celulosa o el almidón en azúcar.

**Lubricidad:** Capacidad de los aceites para actuar como lubricante.

**Materias (o partículas) sólidas:** Compuestos sólidos o semi sólidos de un combustible, no combustionados, que son expulsados con los gases de escape de los motores. Son responsables de contaminación ambiental.

**Monóxido de Carbono (CO):** Gas venenoso al ser inhalado por el ser humano, subproducto de la combustión incompleta de los combustibles.

**Oxidación:** Combinación química entre el Oxígeno y otra molécula.

**Punto de ebullición:** Rango de temperaturas al cual se produce la destilación de los combustibles.

**Valor (o calor) de Combustión:** Calor producido por la combustión de un volumen o masa específica de un combustible.