

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN
Y LA AGRICULTURA**



OFICINA REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE – RLC

“Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en el Paraguay”

Lisa Lovera
Punto Focal en Paraguay – Consultora FAO

Octubre 2011
Asunción - Paraguay

Índice

I Antecedentes	2
II Introducción	4
III Situación actual de la Bioenergía en Paraguay	10
3.1 Biodiesel	10
3.2 Etanol	31
3.3 Otras fuentes de generación de Bioenergía	44
IV Posibilidad de proyectos	49
V Perspectivas y Conclusiones	51
VI Bibliografía	53

I Antecedentes

Desde 1970, la producción y el suministro de energías primarias en el Paraguay se incrementaron más de seis veces. Las principales razones fueron: la nueva extensión de la red vial, la construcción de las dos grandes estaciones hidroeléctricas Itaipú y Yacyretá y la extensión de la red eléctrica especialmente a zonas rurales. En los últimos veinte años, el grado de electrificación pasó del 48% al 96,7% (en las ciudades, 99%). Solo en algunas regiones aisladas en el Chaco la electrificación no ha avanzado hasta hoy.¹ Actualmente está en marcha el proyecto de construcción de la nueva línea de 500Kv. la que permitirá mejorar el grado de electrificación y principalmente la calidad del sistema eléctrico, se prevé que la misma entre en servicio a finales del año 2012.

Precios de la Electricidad

En comparación con otros países de Sudamérica, los precios para fuentes de energía son muy bajos (excepto los hidrocarburos, que vienen importados de otros países a un precio internacional). La electricidad por ejemplo, cuesta 0,07\$KWh. Que, en comparación a los demás países sudamericanos, es muy bajo. La fuente de energía más barata es la leña, debido a la gran disponibilidad, especialmente en zonas rurales y el mercado informal en el que opera, muchas veces por apropiación directa.

Tipos de energía

La energía *hidráulica* es la más conocida en el Paraguay, con una instalación total que asciende a 8810MW. Este tipo de energía es una de las más rentables. El costo inicial de construcción es elevado, no así sus gastos de explotación y mantenimiento.

La electricidad generada es, en su mayor parte, exportada al Brasil y a la Argentina. Sin embargo, el potencial de Hidroelectricidad está aprovechado solo el 71%. Esta exportación representa el 85% de toda la energía que se exporta a nivel de América del Sur. El inconveniente de este tipo de fuente de energía está relacionado con ciertas implicancias no deseadas, principalmente en lo social y ambiental que requieren una fuerte gestión ambiental

¹ Situación de Energías Renovables en el Paraguay. Cooperación Alemana al Desarrollo. GIZ, Viceministerio de Minas y Energía. 2011

para su mitigación. En el caso de aprovechamientos con capacidades menores a 20MW, estas implicancias son mínimas.

La mayor importancia entre las energías renovables del Paraguay recae en la *Biomasa*, con un porcentaje de más del 50% en la demanda de energía primaria. El aprovechamiento de la Biomasa se divide en el uso sólido, líquido y gaseoso de los productos.

El aprovechamiento más utilizado es la biomasa sólida como leña, carbón vegetal, etc., que implica más del 80% de la producción de biomasa. La mayor parte es aprovechada en las regiones rurales por los habitantes de menos recursos. Por lo que una gran parte no es sustentable.

Un gran mercado en el Paraguay podría ser el aprovechamiento de los *Biocombustibles*. Esto podría disminuir parte de la dependencia de combustibles fósiles tradicionales, y así podrían mejorar los ingresos a través de la generación de empleo directo e indirecto en el sector agrícola. También es posible utilizar alcohol como combustible puro o mezclado con las naftas.

La contribución de los Biocombustibles en la matriz energética todavía es baja, pero se anticipa un gran aumento en la producción principalmente de Etanol debido al fomento de la producción del Bioetanol a nivel Nacional.

II Introducción

La matriz energética del Paraguay se caracteriza por una elevada oferta de energía primaria de origen renovable y local. De acuerdo al Balance Energético 2009, el 58 % de dicha oferta correspondió a hidroelectricidad y el 27 % a biomasa (leña para uso directo y para la producción de, carbón vegetal, residuos vegetales y productos de caña para la producción de alcohol). El 15% restante son hidrocarburos derivados del petróleo, que en su totalidad son importados, porque en este país no hay producción de petróleo crudo ni gas natural. Los hidrocarburos son, en su mayoría, aprovechados para el transporte. Descontando las pérdidas de energía y el manejo de stock, el 46% de la energía primaria generada en Paraguay se destina a exportación.²

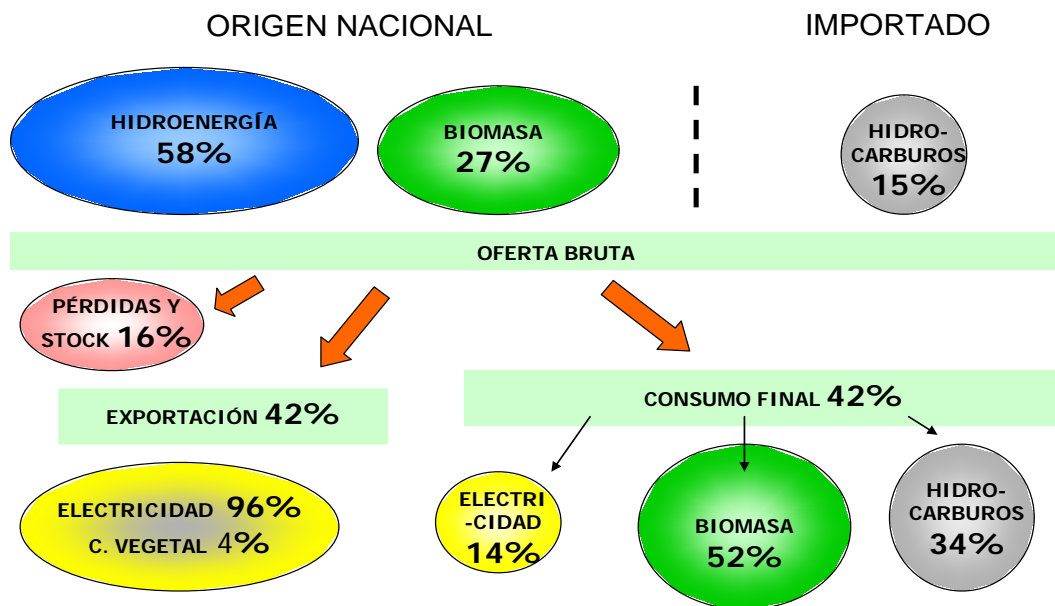


Fig. 1 Estructura de la matriz energética (2009)³

² Balance energético Nacional 2009. Consultado 01-11. Disponible en www.ssme.gov.py

³ Viceministerio de Minas y Energía

Consumo final de energía

El consumo se distingue de la producción de la energía primaria. El consumo de Biomasa tiene un porcentaje mayor al 50%, y en su mayoría esta compuesto por leña y residuos vegetales. La electricidad solo ocupa el 12%, que probablemente aumente en los próximos años. Del sector de hidrocarburos, el más consumido es el Diesel.

La instalación de electricidad total en el Paraguay es 8,8 GW, en el que aproximadamente 99 % es generado a través de hidroelectricidad.

El resto de electricidad está generado mediante centrales térmicas, especialmente en las regiones aisladas. En total fue producido 54,949 TWh en el año 2009. La mayor parte de la electricidad (85 %), que mayormente es producido en las dos binacionales hidroeléctricas Itaipú y Yacyretá se exporta al Brasil y la Argentina. Para el futuro, están diseñadas grandes construcciones adicionales. Sólo 6,5 TWh (12 % aproximadamente) de la generación bruta total corresponde al consumo final eléctrico del Paraguay. Alrededor del 32% de la energía que entra en las redes de transmisión y distribución se desperdicia entre pérdidas técnicas y no técnicas.⁴

Distribución de la electricidad

La Administración Nacional de Electricidad (ANDE) es la empresa pública encargada de la distribución de Electricidad, y tiene el monopolio legal del servicio público de electricidad. Corresponde a una empresa verticalmente integrada en todas las actividades del mercado eléctrico (generación, importación, exportación, transmisión, distribución y comercialización), y se relaciona con el Ejecutivo por medio del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). En la siguiente figura se puede observar el porcentaje de distribución de energía por sectores.

⁴ Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

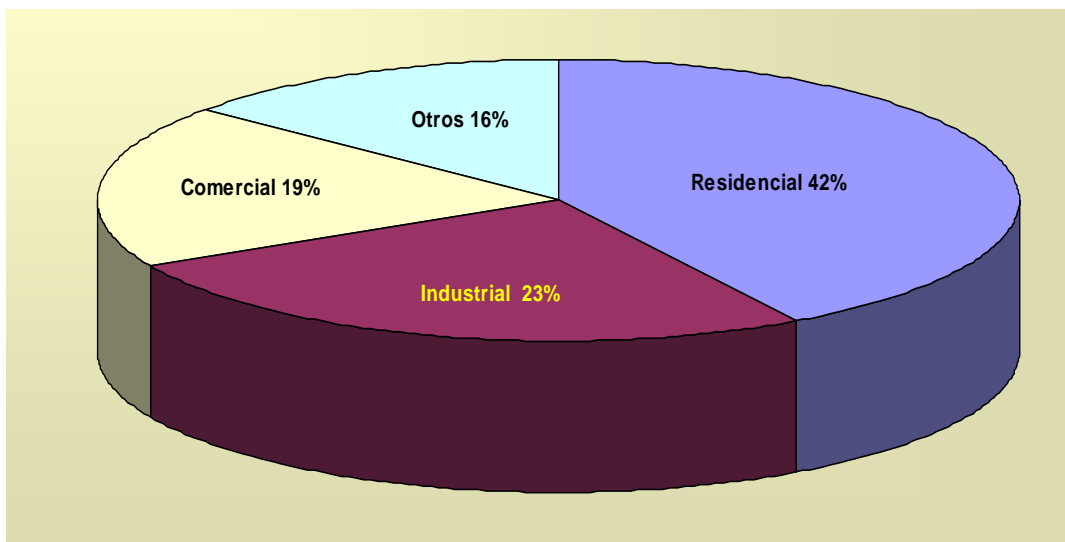


Fig. 2 Distribución de energía eléctrica por sectores⁵

Biomasa

En contraste con la electricidad, solo una reducida parte de la Biomasa es exportada (mayormente carbón vegetal). Una gran parte es producida y consumida en el Paraguay. La producción de leña y carbón vegetal está asociada a la explotación no sustentable del bosque nativo, que, junto a la extensión de la frontera agrícola y ganadera, contribuye a la deforestación del país. Parte importante de la producción de leña y carbón vegetal estaría asociada a pequeños productores, los cuales explotan el bosque nativo para su abastecimiento propio y para la producción de carbón vegetal. La utilización de la leña en el sector rural tiene una penetración que va más allá del acceso o no de la electricidad y está relacionada básicamente con la cocción de alimentos. En ello influyen también los hábitos tradicionales de los sectores rurales.

Según la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC), el 93% de los hogares rurales tiene acceso a la energía eléctrica, sin embargo el 69% de los hogares rurales utiliza la leña como principal combustible para cocinar.

⁵ Administración Nacional de Electricidad (ANDE)

Hidrocarburos

En el año 2009, el sector de transporte consumió 9,504 kbep⁶. La totalidad de los Hidrocarburos son importados como producto final. La importación y distribución es ejecutada a través de empresa pública Petróleos Paraguayos (PETROPAR), que posee el monopolio legal para la importación del petróleo y el diesel (existe libertad para la importación gasolinas). Desde hace algunos años, los biocombustibles, para mezcla de Hidrocarburos, son promovidos en sustitución o para la mezcla con combustibles fósiles. Sin embargo, el porcentaje producido es todavía mínimo.

Un bajo porcentaje del sector industrial comenzó con la producción de biocombustibles (Biodiesel y Etanol), a través de la caña de azúcar y los cereales. Este sector es todavía bajo, pero se estima que aumentará en los próximos años y tendría una gran influencia en la matriz energética del Paraguay.

Políticas públicas y marco regulatorio

El Estado paraguayo a través de Leyes, Decretos, Resoluciones ministeriales, ha demostrado su compromiso de apoyar decididamente la producción y comercialización de los Biocombustibles en el Paraguay.

En el 2005 el Poder Legislativo promulgó la Ley n.º 2 748/05 de fomento a los biocombustibles y su reglamentación. Los principales puntos de esta ley se presentan a continuación:

La finalidad de esta Ley es contribuir con el desarrollo sostenible y así facilitar:

- La implementación de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- La aplicación de beneficios mediante fuentes adicionales de financiamiento y de beneficios impositivos previstos en las Leyes 60/90 y 2421/04.

Los biocombustibles deberán ser definidos y cumplir con los parámetros mínimos de calidad que establezca el Poder Ejecutivo, a través del Ministerio de Industria y Comercio (MIC).

⁶ Informe de Estadísticas Energéticas 2010. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

Se declara de interés nacional la producción industrial y su materia prima agropecuaria (con origen local) y el uso de biocombustibles en el territorio nacional.

Se otorga al MIC la atribución de certificar cuando una inversión o actividad industrial está directamente involucrada en la producción o uso de un biocombustible.

Se otorga al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) la atribución de promover, con énfasis y efectividad, y fiscalizar la producción de materias primas, tanto de origen vegetal como animal, las cuales serán utilizadas en la elaboración de biocombustibles para luego emitir su certificación de origen.

La obligatoriedad de mezcla de los combustibles derivados de petróleo con biodiesel y con etanol, adecuados en una proporción, será establecida por el MIC.

Por su parte las Resoluciones 234/07 y 235/07 del MIC establecen porcentajes mínimos de mezcla de biocombustibles. La primera determina la mezcla de biodiesel/diesel en 1% para 2007, 3% para 2008, y 5% para 2009 y define que en las estaciones de servicio la mezcla máxima podrá ser solamente hasta el 20%. La segunda establece la mezcla gasolina/alcohol absoluto en el mínimo de 18% y en lo máximo de 24%, para las gasolinas de 95 octanos o menores.

A finales de diciembre del 2006, dentro del marco del plan nacional de exportación, la REDIEX, que es la Red de Inversiones y Exportaciones, formó la mesa sectorial de biocombustibles. Esta mesa tuvo como funciones integrar instituciones públicas, privadas y las universidades relacionadas con el sector, a fin de concentrar esfuerzos para mejorar la competitividad con respecto al tema.

El MIC involucró, además, a la Dirección General de Combustibles, dependiente de la Subsecretaría del Estado de Comercio, a la cual otorgó las siguientes funciones específicas:

- Constituir el órgano encargado de administrar a nivel nacional y dar seguimiento a la aplicación de los instrumentos de política comercial en materia de combustibles y derivados.
- Coordinar con los demás organismos técnicos del MIC, así como de otras instituciones gubernamentales competentes, el programa interinstitucional de control y fiscalización de cumplimientos de las normativas vigentes, relacionadas con los productos derivados del petróleo, de manera que se pueda garantizar la calidad del producto comercializado en el mercado nacional.

- Elaborar los análisis, estudios, dictámenes y consultas que resulten necesarios para la actualización de las normativas vigentes, para adecuarlos a las nuevas exigencias del mercado y lograr cumplimiento de las funciones establecidas en la presente resolución.
- Canalizar, a través de los mecanismos apropiados, las solicitudes, requerimientos, inquietudes o problemas presentados por el sector privado o público en relación con la ejecución de política de comercio en el área de combustible y derivados.

A través de un Decreto Presidencial de abril del 2008, el Programa Nacional de Biocombustibles del MAG se constituye con las siguientes funciones principales:

- Implementar programas de investigación que contribuyan al mejoramiento de la productividad agrícola y al desarrollo de nuevas variedades de materias primas por ser utilizadas en la producción de biocombustibles.
- Elaborar un plan de extensión agrícola orientado a la asistencia de los productores primarios involucrados en la producción de biocombustibles.

Además, el Senado de la Nación ha presentado un programa de combustibles alternativos, que todavía se encuentra en estudio y cuyo objetivo es desarrollar e implementar un programa de combustible alternativo al combustible fósil. Dicho programa tiene dos componentes:

- La producción y el uso de alcohol vegetal a través de la caña de azúcar y la mandioca.
- La producción y el uso de biodiésel a través de aceites vegetales de tártago, coco (mbocaja), colza, maní, soja, entre otros.

Finalmente, cabe mencionar que aún con los esfuerzos realizados por las instituciones mencionadas de apoyar el desarrollo de cultivos de las materias primas, los mismos son insuficientes para impulsar con la necesaria fuerza la cadena productiva de los Biocombustibles. Por ello, la alianza público-privada se posiciona como un impulso estatal significativo para el fortalecimiento de las acciones y la integración interinstitucional para la mejora de la competitividad de los diferentes eslabones de dicha cadena.

III Situación de los Biocombustibles en Paraguay

Paraguay presenta un importante potencial para convertirse en productor y exportador de los biocombustibles, debido a sus características de país agropecuario y forestal, además de que cuenta con experiencia en la producción de cultivos aptos para ser utilizados en la producción de biocombustibles.

Entre otros aspectos propicios que posee el país, se encuentran sus condiciones locales (clima, suelo, mano de obra, tierra disponible) que favorecen el cultivo de una amplia gama de vegetales, de los cuales se obtienen buenos rendimientos y presentan condiciones para ser utilizados como materia prima en la generación de combustibles de origen biológico.

3.1 Biodiesel

La elaboración del Biodiesel a partir del aceite de coco, soja y grasa animal implica opciones inmediatas que tiene el Paraguay por la gran disponibilidad de materia prima. Sin embargo es todavía de menor desarrollo. Se están llevando a cabo trabajos de investigación y desarrollo para la identificación de otras materias primas de mayor rentabilidad y con mayor impacto positivo en la generación de empleo, tales como palma, coco, tártago, jatropha, nabo forrajero, sésamo y girasol.

A partir del año 2007, el Ministerio de Industria y Comercio (MIC) estableció un régimen obligatorio de mezclar biodiesel con diesel fósil en una proporción de un 1%. Este porcentaje de mezcla significaría, por ejemplo, que cada 100 litros de diesel contenga un litro de biodiesel. Para el 2008, el porcentaje sería del 3% y para el 2009 en adelante del 5%, hasta un máximo del 20%. Estos porcentajes establecidos se han cumplido hasta el 2009, pero con aceite de origen animal. Hoy en día la empresa PETROPAR está llamando a licitación para la obtención del Biodiesel a base vegetal con el objetivo de cumplir un proyecto de Norma paraguaya para Biodiesel que se está estructurando conforme normativa Mercosur.

Según datos provistos por la estatal Petróleos del Paraguay (PETROPAR), en el ámbito nacional anualmente se consumen aproximadamente 1.000.000.000 de litros de diesel. Esto significa que para cumplir con el 1% de mezcla establecida, se necesitaron 10.000.000 de litros de biodiesel, para el 3% de mezcla se requiere de 30.000.000 de litros y para cumplir con el 5% establecido, se necesitarán 50.000.000 de litros del biocombustible.

3.1.1 Cadena de producción

En la siguiente figura se puede observar la cadena productiva para el Biodiesel, la empresa estatal Petropar posee una plata piloto de Biodiesel y es la única compradora actual de toda la producción para la mezcla obligatoria con el diesel derivado del petróleo. También está la Cámara Paraguaya de Biodiesel (BIOCAP), que se encarga de la distribución del producto final.



Fig. 3 Cadena productiva para el Biodiesel⁷

⁷ Federación de Cooperativas de Producción Limitada (FECOPROD). 2010.

Capacidad de producción

La Dirección General de Combustibles del Ministerio de Industria y Comercio (DGC/MIC), ha registrado hasta el 2008, 9 empresas que producen o proyectan producir Biodiesel. La capacidad nominal instalada suma 46 millones de litros de Biodiesel por año, aproximadamente.

La inversión física en la instalación de estas plantas totaliza aproximadamente USD 6,15 millones. Las plantas capaces de procesar tanto la grasa animal como aceite vegetal tienden a requerir mayores inversiones, comparando con aquellas que solo procesan el aceite vegetal.

Cinco de las nueve empresas procesan tanto la grasa animal como aceites vegetales, mientras que las cuatro restantes se abastecen exclusivamente de los aceites vegetales.

Según las proyecciones, las plantas industriales de Biodiesel generarían 108 empleos directos aproximadamente, sin contar la mano de obra generada en la producción de la materia prima.

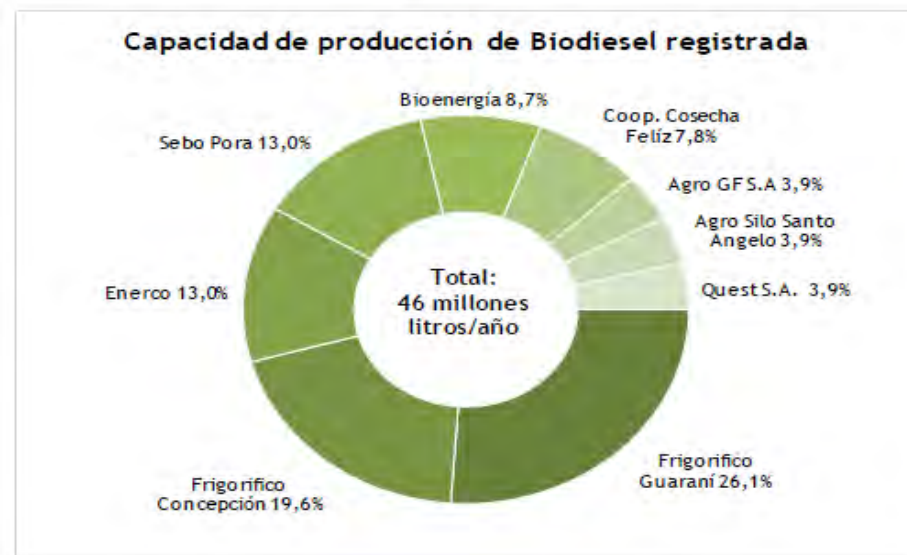


Fig. 4 Capacidad de producción de Biodiesel registrada en el 2008⁸

⁸ Boletín Mesa Sectorial de Biocombustibles. Red de Inversiones y Exportaciones. Asunción, 06-2009.

Plantas productoras de Biodiesel

Cuatro de las seis plantas de Biodiesel ya habilitadas para la producción, y dos de las tres plantas proyectadas, se ubican en el Departamento Central.

Las plantas de Biodiesel tienden a ubicarse en sitios metropolitanos, cerca de los grandes frigoríficos y las aceiteras.

El 72,6% de la capacidad de producción existente y proyectada se concentra en Central, tendencialmente en las zonas sub-urbanas de este Departamento (distritos de Itauguá, Areguá, Luque, Limpio y Guarambaré).

Las tres plantas restantes se ubican en los Departamentos de Concepción, Alto Paraná y Caaguazú.

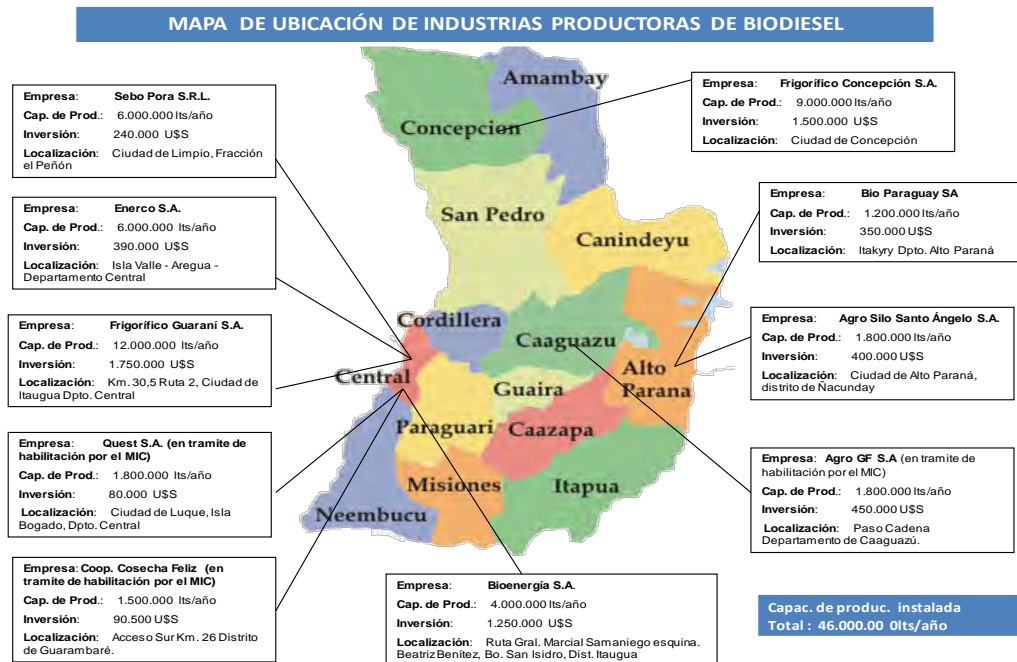


Fig. 5 Mapa de ubicación de las industrias productoras de Biodiesel⁹

⁹ Datos proveídos por el Departamento de Biocombustibles del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Las mayores capacidades instaladas presentan los frigoríficos Guaraní y Concepción, con 12 millones y 9 millones de litros de Biodiesel anuales, respectivamente. La gran generación de grasas animales como residuos de la producción de carne, permite la operación independiente de estas plantas, manteniéndose la posibilidad de combinar insumos propios con insumos adquiridos.

Otras empresas compran sus materias primas externas, acorde a la oferta de productos animales y vegetales, y los precios competitivos de los mismos.

Mientras que las plantas de Biodiesel estándar permiten el procesamiento de aceites comestibles comunes, las plantas de mayor sofisticación permiten adecuarse flexiblemente a otros materiales, como el aceite de Coco (Acrocomia o Mbocayá).

De esta forma, una mayor inversión inicial puede amortizarse a mediano plazo, sobre todo si los precios de los aceites comestibles son altos. Además, permiten una producción de Biodiesel que no compite con el sector alimenticio.

Las pequeñas plantas de Biodiesel (Santo Angelo y los proyectos de Quest y Agro GF), cuentan con una capacidades de 1,8 millones de litros de Biodiesel por año, cada una.

A nivel nacional, existe adicionalmente una cantidad no registrada de máquinas productoras de Biodiesel para uso casero, empresarial o comunitario, destinados a abastecer la demanda propia, particularmente para las maquinarias agrícolas. Como estas cantidades marginales no se comercializan en el mercado libre, este tipo de producción no incide en la oferta nacional del Biodiesel.

Tabla 1 Plantas productoras de Biodiesel¹⁰

Empresa	Frigorífico Guaraní S.A.
Situación	Habilitada para producción y comercialización
Capacidad de producción	12.000.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	10
Tipo de materia prima	Grasa animal y Aceite vegetal
Localización	Km 30,5 Ruta 2, Ciudad de Itagua
Departamento	Central
Empresa	Enerco S.A.
Situación	Habilitada para producción
Capacidad de producción	6.000.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	13
Tipo de materia prima	Grasa animal y Aceite vegetal
Localización	Isla Valle, Aregua
Departamento	Central
Empresa	Sebo Pora S.R.L.
Situación	Habilitada para producción
Capacidad de producción	6.000.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	9
Tipo de materia prima	Grasa animal y Aceite vegetal
Localización	Ciudad de Limpio, Fracción el Peñón
Departamento	Central
Empresa	Bioenergía S.A.E.C.A.

¹⁰ Boletín de la Mesa Sectorial Biocombustibles. Red de Inversiones y Exportaciones/Asunción, 06-2009

Situación	Habilitada para producción y comercialización
Capacidad de producción	4.000.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	17
Tipo de materia prima	Grasa animal y Aceite vegetal
Localización	Ruta Gral. Marcial Samaniego, Bo. San Isidro, Distr. Itagua
Departamento	Central
Empresa	Frigorífico Concepción S.A.
Situación	Habilitada para producción
Capacidad de producción	9.000.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	15
Tipo de materia prima	Grasa animal y Aceite vegetal
Localización	Ciudad de Concepción
Departamento	Concepción
Empresa	Agro Silo Santo Angelo S.A.
Situación	Habilitada para producción
Capacidad de producción	1.800.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	9
Tipo de materia prima	Aceite vegetal
Localización	Ciudad de Alto Paraná, Distr. Ñacunday
Departamento	Alto Paraná

Empresa	Coop. Cosecha Feliz
Situación	Proyecto
Capacidad de producción	3.600.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	15
Tipo de materia prima	Aceite vegetal
Localización	Acc. Sur Km. 26, Distr. Guarambare
Departamento	Central
Empresa	Quest S.A.
Situación	Proyecto
Capacidad de producción	1.800.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	11
Tipo de materia prima	Aceite vegetal
Localización	Ciudad de Luque, Isla Bogado
Departamento	Central
Empresa	Agro GF S.A.
Situación	Proyecto
Capacidad de producción	1.800.000 litros/año
Cantidad de mano de obra	9
Tipo de materia prima	Aceite vegetal
Localización	Paso Cadena
Departamento	Caaguazú

En el país se produce una serie de cultivos con capacidad de constituirse como materias primas para la elaboración del biocombustible.

Materias primas disponibles para la producción del biodiesel

- Coco o mbokaja
- Tártago
- Soja
- Girasol
- Tung
- Mani
- Algodón
- Sésamo
- Piñón manzo
- Canola o colza
- Grasa animal
- Aceites recuperados

La producción aceitera se basa principalmente en el cultivo de soja, el cual registró una superficie de siembra de 2,4 millones de hectáreas para el ciclo agrícola 2006-2007, seguido en orden de importancia por el algodón y el girasol con 110 y 109 mil ha, respectivamente



Fig. 6 Distribución de la superficie de siembra de cultivos oleaginosos (ciclo de cultivo 2006-2007)¹¹

Obs.: Otros = Sésamo, maní, tártago, entre otros

¹¹ IICA - MAG 2007.

A continuación se destacan antecedentes de las principales materias primas

Soja. Según datos de la Dirección General de Planificación del MAG de Paraguay, en el año agrícola 2005-2006 se sembraron 2426 miles de hectáreas de soja, las cuales produjeron un total de 3641 miles de toneladas de semilla.

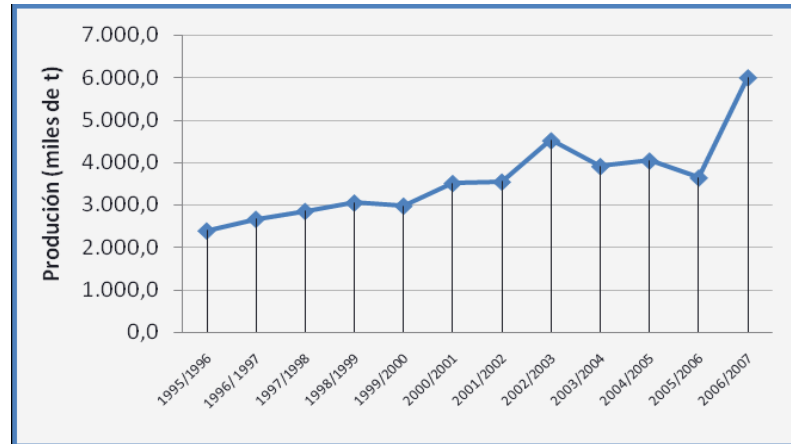


Fig. 7 Evolución de la producción de soja en los períodos 1995/1996 – 2006/2007.¹²

Del total producido, se exportó el 65,4%, se industrializó el 32,4% y el 2,2% fue destinado a semilla. El rendimiento de dicha zafra fue de solo 1,5 t/ha. Esta situación se dio por fenómenos climáticos adversos en etapas críticas del cultivo.

Si se toman como referencia rendimientos del cultivo donde no hubo situaciones adversas significativas, se obtienen 2,6 t/ha, conforme el nivel de rendimiento registrado durante el ciclo agrícola 2006-2007. Si se tiene un rendimiento industrial de aceite del 19%, una hectárea de soja puede producir alrededor de 0,5 t de aceite.

¹² Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas. II Biodiesel. IICA. 2010.

Como resultado de la tendencia mundial de incremento del consumo de aceites, la producción de soja creció durante el período comprendido entre el ciclo 1995-1996 a 2006-2007 a una tasa media anual del 8,7% , excepto en el ciclo agrícola del 2005-2006, en el cual se registró una caída en la producción como resultado de una significativa disminución del rendimiento, con una magnitud del -40,6% con respecto al desempeño promedio del período de observación reseñado, por la incidencia de efectos climáticos adversos.

Algodón. Datos estadísticos del MAG correspondientes a la zafra 2005-2006 estiman que se sembraron alrededor de 245 mil hectáreas del rubro textil y se obtuvo una producción total de 180 mil toneladas aproximadamente. La semilla de algodón, por su parte, tiene un rendimiento industrial del 24%. De una hectárea de este cultivo, se pueden obtener aproximadamente 0,176 t de aceite.

Aunque fluctuante durante el período comprendido entre los ciclos agrícolas 1995-1996 y 2006-2007, la producción de algodón ha seguido una tendencia declinante, con una tasa media anual de crecimiento de -9,9%

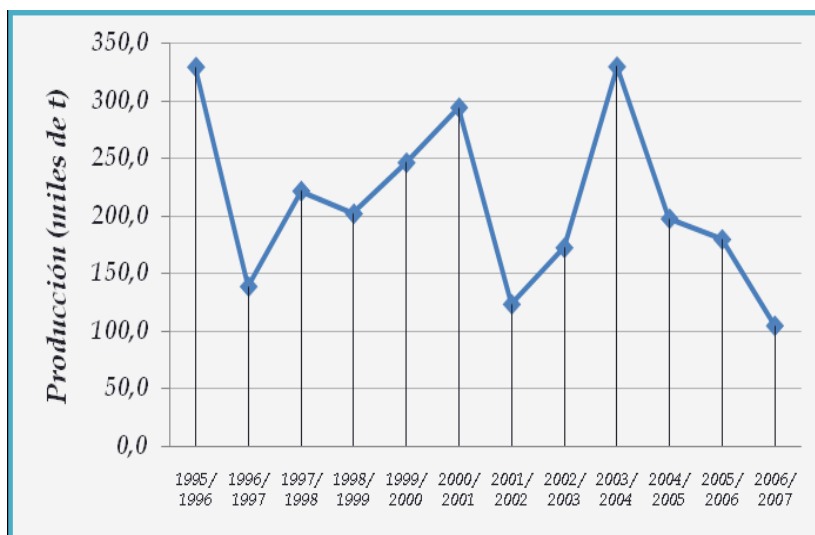


Fig. 8 Evolución de la producción de algodón en los períodos 1995/1996 – 2006/2007¹³

¹³ Ibid.

Costos de producción de la materia prima

Para estimar el costo de producción de la soja convencional y según Dirección General de Planificación del MAG, considerando la zafra 2006 – 2007, se consideran los costos efectivamente desembolsados por el productor y la cuantificación de los costos indirectos, lo que genera un valor total aproximado de US\$422,81/ha. Los costos directos o efectivamente incurridos alcanzan US\$317,70/ha. En la siguiente tabla se muestran los costos de producción de los principales cultivos oleaginosos.

Tabla 2 Costos de producción de los principales cultivos oleaginosos¹⁴

Cultivo/sistema	Costos de producción		Rendimiento 2005/2006	Costo Unitario
	Miles Gs/ha.	US\$/ha.	t/ha.	US\$/t
Soja convencional mecanizada	2130,9	422,81	2,529	167,19
Soja siembra directa	2172,2	431,00	2,529	170,43
Sésamo tradicional	1035,8	205,51	0,893	230,17
Algodón	2197,0	435,91	0,735	593,33
Maní	1773,9	351,97	0,973	361,75
Girasol	1409,2	279,6	1,511	185,03
Tártago	977,4	193,93	1,050	184,7

¹⁴ IICA. 2010. Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas. II. Biodiesel

3.1.2 Impactos Económicos

Evidentemente que la producción de los Biocombustibles va a reducir la dependencia y las importaciones del Petróleo, y tendría un impacto importante en la matriz energética y en la economía del País, sobre todo teniendo en cuenta la evolución de los precios de compra de los combustibles fósiles en los últimos tiempos.

Entre 2003 y 2007, las importaciones de combustibles fósiles presentaron variaciones leves en cuanto al volumen de importación, pero subidas muy pronunciadas con respecto al precio de compra.

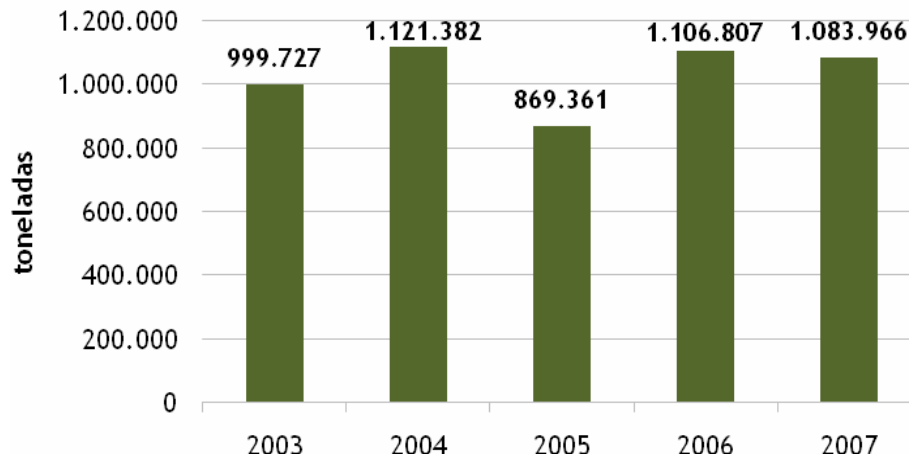


Fig 9 Importaciones nacionales de combustibles fósil (ton.)¹⁵

Mientras que en 2003, una tonelada de combustible fue importada por USD 289, en 2007 la misma cantidad fue adquirida por USD 617, lo cual corresponde a un incremento de 113% en tan solo cuatro años. Ascendiendo a un valor de USD 668,4 millones, en 2007 los combustibles fósiles constituyeron el mayor rubro de importación nacional.

¹⁵ Boletín de la Mesa Sectorial de Biocombustibles. Asunción, Paraguay. Febrero del 2008.

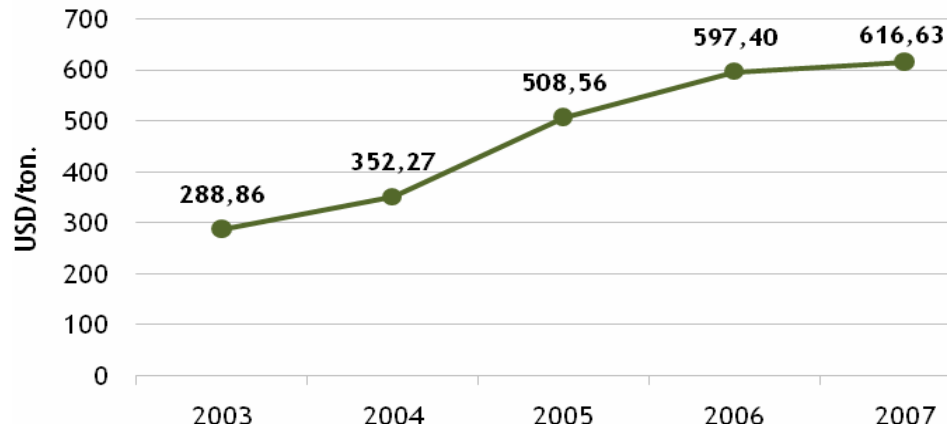


Fig. 10 Precio de importación del combustible fósil (USD/ton)¹⁶

Relación entre la Cotización Internacional del Petróleo y de la Soja

La relación entre los precios de mercado para el petróleo crudo por un lado y las semillas oleaginosas por otro lado son esenciales para la determinación de la rentabilidad de biocombustibles fabricados sobre la base de aceites vegetales.

La soja, que es la principal oleaginosa cotizada a nivel internacional refleja en forma referencial el comportamiento de los precios de los vegetales aptos para la fabricación de biocombustibles.

¹⁶ Ibid.



Fig. 11 Relación del precio internacional Petróleo - Soja¹⁷

En 1998, la relación petróleo-soja era de 0,36, es decir, una tonelada de petróleo valía como 0,36 toneladas de soja. Para 2006 se invirtió el panorama, cuando la fuerte alza del petróleo condujo a un índice de 1,99, lo que implica que por una tonelada de petróleo era posible adquirir casi dos toneladas de soja.

En 2007, la tendencia vuelve hacia un mayor equilibrio a consecuencia de importantes subidas en la cotización de la soja, que superaron incluso el alza del petróleo.

Mercado paraguayo de combustibles

El Paraguay importa el 100% del combustible fósil que requiere para el transporte.

El volumen de combustible comercializado en el año 2007 fue de 1.300.000 m³, de los cuales solo el 4,55 % fue biocombustible. Conforme a la matriz actual de los combustibles, existe un mercado local potencial para etanol de 350.000m³ y para biodiesel de 1.000.000m³.

En la figura siguiente se observa la evolución del precio del Biodiesel en una planta determinada.

¹⁷ Ibid.



Fig. 12 Evolución del precio del Biodiesel en los tanques de planta en Villa Elisa

En una primera etapa el país podría sustituir gradualmente la importación de combustibles fósiles por biocombustibles de producción local, logrando un importante ahorro por egreso de divisas. Actualmente se calcula en 50 millones de USD el monto ahorrado por la sustitución de casi el 5% de los combustibles fósiles. Este monto puede crecer hasta 1.000 millones de USD por año, si sustituimos el 100% de los combustibles fósiles importados por biocombustibles.

3.1.3 Impactos Sociales

En cuanto a los impactos sociales se considera en esta parte, las opciones de producción de materias primas disponibles y el empleo asociado a estas materias primas, de acuerdo a algunos análisis y consideraciones realizadas¹⁸

Oleaginosas del Complejo de Soja (CS)

Incluimos aquí a la *soja* propiamente dicha, el girasol y la colza (también conocida como canola) dados sus similares características en cuanto a sus tecnologías y cadenas de producción. También podemos incluir en este análisis al maíz y sorgo, cereales que son materias primas potenciales para el etanol y que son culturas complementarias al CS y por lo tanto también puede generalizarse el análisis de la *soja* a éstos.

Aun faltan realizar estudios precisos que cuantifiquen el empleo generado por la Cadena de producción del CS en Paraguay, sin embargo se señala la despoblación de áreas rurales como un indicador del bajo empleo aparente generado que puede ser medido por la migración interna. Si bien es notoria una tendencia al despoblamiento rural en las últimas dos décadas en Paraguay, aparentemente no se ha realizado ningún estudio socioeconómico que muestre una correlación con base científica del CS con este fenómeno, por lo que no se puede atribuir como única causa el avance del CS.

Según algunas estimaciones teóricas realizadas, a fines de comparación, se estima que el empleo generado sería de 3645 empleos directos y 13900 empleos indirectos relacionados a la cadena del cs a tiempo completo.

En realidad, la naturaleza estacional (zafrera) de los cultivos hace que el valor de los puestos de trabajo se traduzcan en por lo menos el doble de puestos de trabajo estacionales.

A medida que se avanza en la cadena de producción, los puestos de trabajo tienden a ser a tiempo completo (industrias aceiteras, servicios relacionados: provisión de insumos,

¹⁸ Bohn, Eduardo. 2009. "Tablero de comando" para la promoción de los Biocombustibles en Paraguay.

asesoramientos técnicos, etc.), por lo tanto aumenta la calidad de la ocupación, conforme se avanza en la cadena.

Oleaginosas de la agricultura familiar

Podemos incluir en esta categoría al cocotero o *mbokajá* y la posible inclusión del piñón manso; por sus naturalezas, rubros agropecuarios que requieren de mano de obra intensiva comparada a los del CS. En ambos casos la mayor incidencia de costos de la cadena está en la mano de obra, especialmente en el ámbito agropecuario.

Ámbito agropecuario

Las estimaciones siguientes son variables, dependiendo principalmente de la productividad de cada cultivo, la cual está íntimamente ligada al uso de mano de obra en la etapa de cosecha o recolección como costo principal de cada uno:

El cultivo de una hectárea densificada de:

- Cocotero o *mbokajá* precisa anualmente alrededor de 50 jornales/ha/año.
- Piñón manso (*jatropha curcas*) precisaría la utilización de 78 jornales/ha/año.

Si bien los valores mostrados son importantes para poder cuantificar y extrapolar la potencial generación de empleo agropecuario relacionada a la explotación de estos cultivos con fines energéticos, debe prevenirse que solamente son parámetros válidos si primeramente se demuestra que la actividad es económicamente redituable con semejante utilización de mano de obra. Esto último aun no fue validado para el caso del piñón manso para el Paraguay, pues experiencias anteriores en otros países muestran que el costo de mano de obra es el factor más importante para la viabilidad o no de este cultivo.

Ámbito industrial

La industrialización del cocotero genera alrededor de 30 puestos de trabajo por instalación industrial, con la tecnología actualmente utilizada, esto equivale a 0,135 empleos industriales por cada empleo rural fijo equivalente. El complejo de soja genera aproximadamente 3,83 empleos rurales, entonces, la cadena cocotero genera mucho más empleo en el campo que en la industria comparado con el CS.

Los empleos industriales para el cocotero y piñón manso están en función de la disponibilidad de materia prima.

Podemos concluir que las cadenas oleaginosas de la AF generarían un impacto mucho más grande que el CS en cuanto a generación de empleo, sobre todo en el ámbito rural, este resultado es consecuencia directa de la naturaleza de la mano de obra demandada para estos rubros.

En el caso del piñón manso aun debe evaluarse más a fondo si la alta demanda de mano de obra permite que sea factible la cadena de producción, pues podría acontecer que los costos sean prohibitivos aun para llegar a la viabilidad económica.

3.1.4 Impactos Ambientales¹⁹

Los principales impactos ambientales de los Biocombustibles se encuentran en el ámbito agropecuario, por la alta ocupación de áreas relativas a los otros eslabones de la cadena y absolutas con respecto a la disponibilidad territorial. Luego, la importancia mayor de los impactos de la cadena será en el campo.

Oleaginosas del complejo soja (CS):

El impacto ambiental generado por el uso *biodiesel* solo sería diferente al que actualmente ya genera esta cadena productiva si se concibe producción agregada, que a la vez exige nuevas superficies cultivadas, atribuible a la demanda de biocombustibles. El uso de materia prima actual, no agregada, generada en el CS para *biodiesel* solo cambiaría la cadena en la etapa de fabricación de *biodiesel* y utilización final en motores de ciclo diesel. Sin embargo, vemos difícil que acontezcan uno u otro caso, pues creemos que las consideraciones técnicas y económicas sobre eje agrícola posiblemente conduzcan a la no utilización masiva de estas materias primas de relativos altos costos y destinados al mercado de alimentos (*commodities*) y sí al desarrollo de otras más factibles para este fin.

Oleaginosas de la agricultura familiar (AF):

El impacto ambiental generado por los rubros considerados, cocotero y piñón manso, aun debe ser estudiado; sin embargo de resultados obtenidos en otros países sobre piñón manso y la palma aceitera, muy similar a nuestro cocotero, se puede concluir que tendrían un desempeño ambiental, en el ámbito agropecuario, mejor que los rubros anuales del CS, sobre todo en la menor utilización de maquinaria agrícola (emisiones CO₂, particulados, NO_x, etc.) e insumos químicos como fertilizantes y pesticidas (efecto “deriva” en la salud humana, nitrificación y eutrofización, contaminación de napas freáticas, entre otras).

El cocotero presenta la ventaja de ser una especie autóctona, ya conocida y apreciada en el país por su múltiple utilidad doméstica e industrial, con relativas pocas plagas y cuidados culturales, alta productividad relativa, lo que se traduce en menor superficie de cultivos. Además se podrían utilizar áreas hoy ocupadas para ganadería extensiva u otras tierras no

¹⁹ Ibid.

aptas para agricultura mecanizada, pudiéndose ver su implementación como una reforestación con una especie autóctona.

En el caso del piñón manso sin embargo, aun se adolece de mucha información básica sobre experiencias realistas de producción, efectos del manipuleo, recordar que se trata de una especie tóxica, destino final de los subproductos de la industrialización, entre otros, para poder realizar estudios de impacto ambiental que abarquen todo el ciclo de vida.

3.2 Etanol

Si se considera que el consumo nacional de naftas es de aproximadamente 264.000.000 litros anuales y que el promedio de mezcla de etanol con estas ronda en 21%, se necesitarían anualmente 55 440 000 litros de etanol absoluto para cumplir con dicha demanda. Para ello debe considerarse que los regímenes de mezclas de naftas con etanol establecidos por Ley en la actualidad son de hasta 18% en la nafta de 95 octanos y hasta 24% en la nafta de 85 octanos, la cual se denomina Econo85. También se debe tomar en cuenta que la nafta de 97 octanos se comercializa sin etanol adicionado.²⁰

Actualmente la producción de etanol a nivel nacional se basa principalmente en la utilización de caña de azúcar como materia prima, aunque también existen ingenios que lo producen a partir de cereales como sorgo, arrozillo, entre otros.

En el territorio nacional, se utilizan alrededor de 90 000 hectáreas para la producción de caña de azúcar, de las cuales se calcula que un 33% corresponde a la producción de alcohol, 62% para azúcar y 5% para miel.



Fig. 13 Porcentaje de utilización de la caña de azúcar en Paraguay²¹

²⁰ Souto, G. 2008. Paraguay explora su potencial en Biocombustibles. Perspectivas

²¹ Ministerio de Agricultura y Ganadería

3.2.1 Cadena de producción

La industria nacional del etanol utiliza tecnológicamente la vía fermentación y destilación dado que mayormente la materia prima disponible son los azúcares de la caña de azúcar.

La caña de azúcar por su gran productividad de biomasa, fija gran cantidad de carbono y genera subproductos valiosos, como es el bagazo, combustible renovable, y tiene mucho potencial de diversificación (azúcar, alcohol carburante, absoluto rectificado, aguardiente, etc).

La cadena de valor de la caña de azúcar, presentada en la figura siguiente, demuestra el impacto estratégico que su producción e industrialización tienen para el país en lo que se refiere a ocupación de mano de obra, generación de divisas, valor agregado al producto (ingenios azucareros, industria alcoholera y de destilación; fábricas de bebidas y meleros) y también como fuente de alimento para el ganado; así como la interrelación entre los diferentes eslabones que conforman dicha cadena.

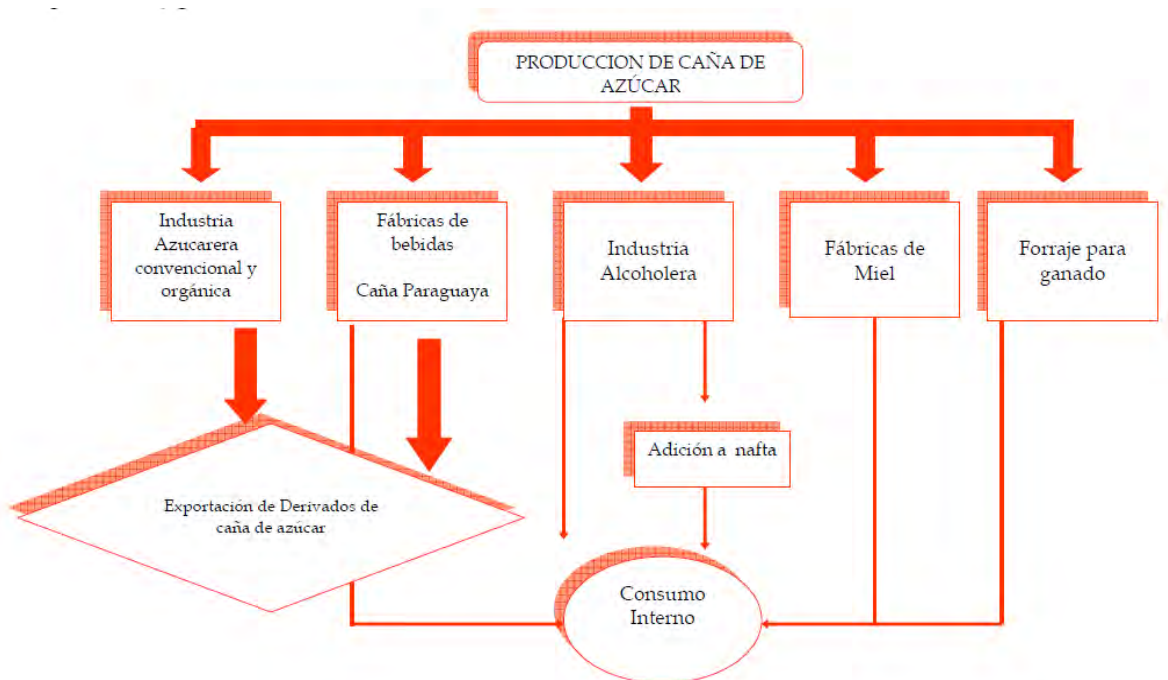


Fig. 14 Flujograma de la cadena de valor de la caña de azúcar²²

²² Paraguay en el mapa competitivo del mundo "KOA IKATUTA" MAG – IICA 2007.

Capacidad de producción y producción efectiva para el etanol

Existen en el País nueve industrias productoras de Etanol registradas por el Ministerio de Industria y Comercio (MIC), con una capacidad instalada estimada en 236 millones de litro por año aproximadamente.²³

No obstante, ninguna empresa ha utilizado en 2008 el total de su capacidad instalada, según apreciaciones de las empresas y técnicos del sector. Las industrias de mayor nivel de utilización alcanzaron una producción cerca del 85% de la capacidad, mientras que otros emprendimientos, en particular los más recientes, recién produjeron el 20% de lo que las instalaciones permitan.

En total, la producción de Etanol registrada durante la zafra 2008 (abril 2008 a marzo 2009) ascendió a 113 millones de litros, que son 47,9% de la capacidad total instalada.

El área de cultivo estimada para la caña de azúcar destinada al etanol es de 50.000 hectáreas. En promedio, el rendimiento de los cultivos de caña es de 55 toneladas por hectárea. Como cada tonelada de caña de azúcar permite la producción de 65 litros de etanol, cada hectárea cultivada con caña rinde cerca de 3.575 litros de etanol.

Acorde a datos de la Dirección general de Combustibles (DGC/MIC), el etanol producido durante la zafra 2008 alcanzó para abastecer la demanda de mezcla nacional, sin que aún se hayan producido exportaciones.

Según estima la DGC, la producción de etanol, a nivel nacional genera 18.000 empleos directos en la producción de la materia prima, además de 1.500 empleos industriales, precisamente en las regiones rurales de mayor demanda.

²³ Datos registrados por el MIC hasta el 2008

Plantas productoras de Etanol

Las empresas productoras de etanol se encuentran por lo general ubicadas en las regiones inmediatas de producción de las materias primas. Algunas de las industrias fabrican a la vez azúcar, lo cual les permite adecuar la fabricación de ambos productos acorde a las ventajas actuales del mercado. A continuación se muestra la ubicación de las principales plantas productoras.

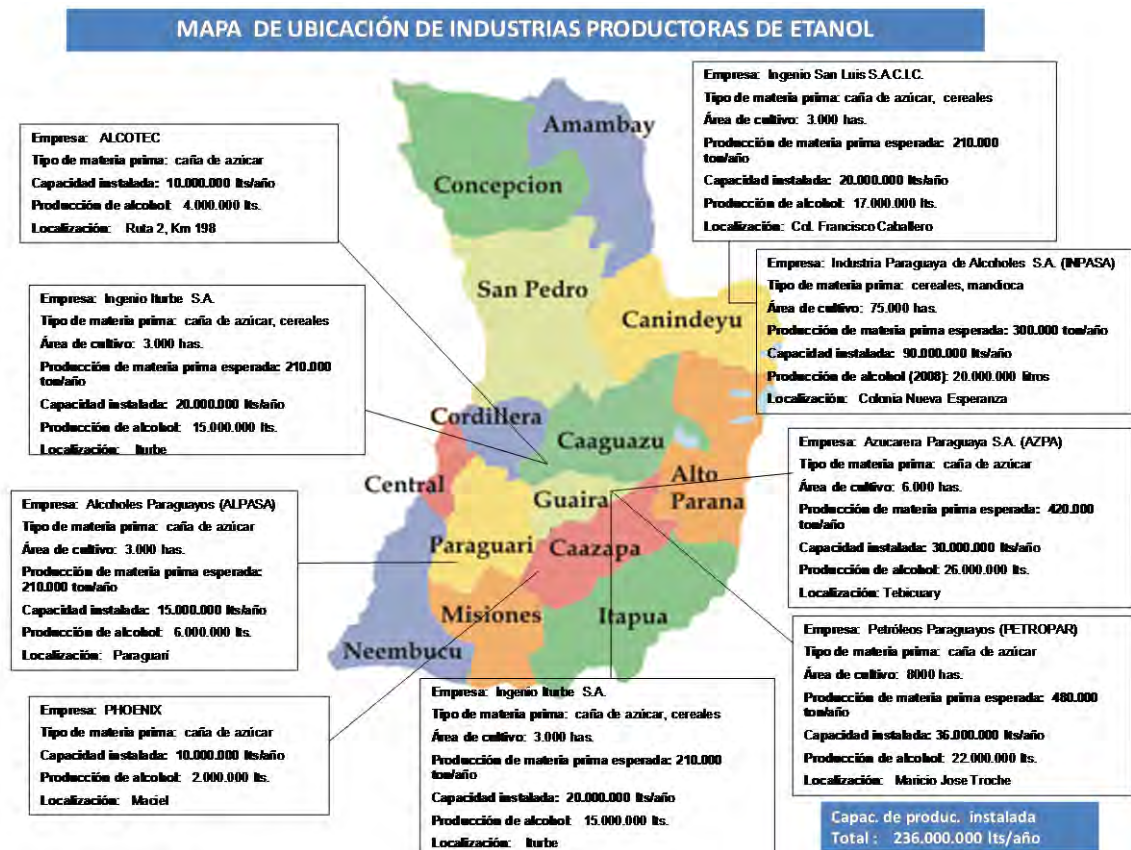


Fig. 15 Mapa de ubicación de plantas productoras de Etanol.²⁴

²⁴ Datos proveídos por el Departamento de Biocombustibles – MAG.

Las tres principales plantas productoras de etanol son; INPASA, PETROPAR y AZPA que reúnen el 66% de la capacidad total instalada.

Una ventaja de la producción del etanol consiste en la adecuación flexible de las plantas procesadoras a la oferta de materia prima disponible en cada región. De esta forma, es factible establecer plantas de menor capacidad, que aun así pueden operar eficientemente. Así, por ejemplo, en la Colonia Repatriación opera una planta de ALMISA, con una capacidad de solo 5 millones de litros anuales.

Tabla 3 Plantas productoras de Etanol²⁵

Empresa	Industria Paraguaya de Alcoholes S.A. (INPASA)
Tipo de materia prima	Cereales, mandioca
Área de cultivo comprometida	75.000 has. (propios y terceros)
Producción de materia prima esperada	300.000 ton/año
Capacidad instalada	90.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	20.000.000 litros
Localización	Colonia nueva esperanza
Departamento	Canindeyú
Empresa	Petróleos Paraguayos (PETROPAR)
Tipo de materia prima	Caña de azúcar
Área de cultivo de caña de azúcar	8.000 has. Aprox.
Producción de caña de azúcar (est.)	480.000 ton/año
Capacidad instalada	36.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	22.000.000 litros
Localización	Mauricio José Troche
Departamento	Guaira

²⁵ Boletín de la Mesa Sectorial Biocombustibles. Red de Inversiones y Exportaciones/Asunción, 06-2009.

Empresa	Azucarera Paraguaya S.A. (AZPA)
Tipo de materia prima	Caña de azúcar
Área de cultivo de caña de azúcar	6.000 has. Aprox.
Producción de caña de azúcar (est.)	420.000 ton/año
Capacidad instalada	30.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	26.000.000 litros
Localización	Tebicuary
Departamento	Guaira
Empresa	Ingenio Iturbe S.A.
Tipo de materia prima	Caña de azúcar, cereales
Área de cultivo de caña de azúcar	3.000 has. Aprox.
Producción de caña de azúcar (est.)	210.000 ton/año
Capacidad instalada	20.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	15.000.000 litros
Localización	Iturbe
Departamento	Guaira
Empresa	Ingenio San Luis S.A.C.I.C.
Tipo de materia prima	Caña de azúcar, cereales
Área de cultivo de caña de azúcar	3.000 has. Aprox.
Producción de caña de azúcar (est.)	210.000 ton/año
Capacidad instalada	20.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	17.000.000 litros
Localización	Col. Francisco Caballero Álvarez
Departamento	Canindeyú
Empresa	Alcoholes Paraguayos (ALPASA)

Tipo de materia prima	Caña de azúcar
Área de cultivo de caña de azúcar	3.000 has. Aprox.
Producción de caña de azúcar (est.)	210.000 ton/año
Capacidad instalada	15.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	6.000.000 litros
Localización	Paraguarí
Departamento	Paraguarí
Empresa	PHOENIX
Tipo de materia prima	Caña de azúcar
Capacidad instalada	10.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	2.000.000 litros
Localización	Maciel
Departamento	Caazapá
Empresa	ALCOTEC
Tipo de materia prima	Caña de azúcar
Capacidad instalada	10.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	4.000.000 litros
Localización	Ruta 2, Km 198
Departamento	Caaguazú
Empresa	ALMISA Alcoholera
Tipo de materia prima	Caña de azúcar
Capacidad instalada	5.000.000 litros/año
Producción de alcohol (2008)	1.000.000 litros
Localización	Colonia Repatriación
Departamento	Caaguazú

Composición de la capacidad y la producción de etanol

Las industrias ubicadas en el Departamento de Guairá (Petropar, AZPA e Iturbe), juntos abarcan el 36% de la capacidad instalada, y el 56% de la producción efectiva, durante la zafra 2008.

Las dos plantas registradas en el Departamento de Canindeyú (INPASA y San Luís), suman el 47% de la capacidad instalada en el país, y el 33% de la producción, durante la zafra 2008.

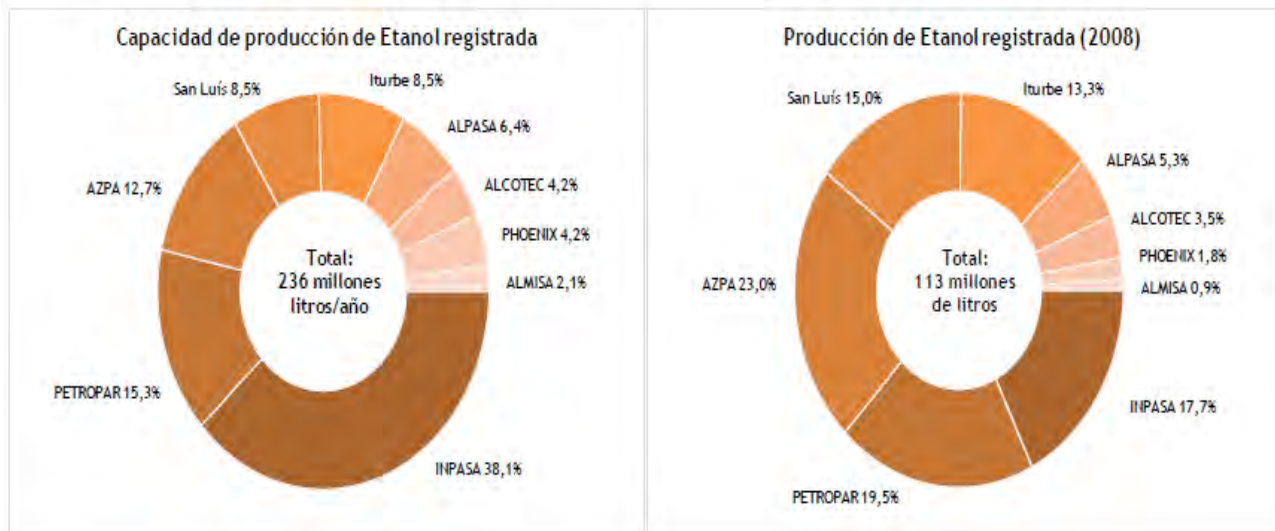


Fig. 16 Capacidad de producción y producción de Etanol registrada²⁶

²⁶ Ibid.

Materias primas

Para la producción de Etanol, la caña de azúcar está entre los primeros 5 rubros de mayor importancia económica y segunda en su impacto social en cuanto a fuente de ingresos para los cerca de medio millón de pequeños agricultores que componen el sector rural del Paraguay. Las principales materias primas son:

- Caña de azúcar (90.000 has.)
- Maíz (430.000 has)
- Mandioca (300.000 has)
- Sorgo (50.000 has)
- Cereales

Costos de producción de caña de azúcar²⁷

- Costo de producción de una tonelada de caña de azúcar: Gs. 70.589 (US\$ 13,72²⁸ por tonelada) (MAG).
- Costo de producción de una hectárea de caña de azúcar: Gs. 4.941.225 como promedio. El primer año de siembra el costo es mayor que el resto, principalmente por los costos de siembra y preparación del terreno. (US\$ 959,46 por hectárea siendo el primer año igual a 1142 US\$/ha) (MAG)
- Costo promedio de producción de una tonelada de azúcar: 2.200.000 Gs/tonelada (427 US\$/tonelada).
- Costo promedio de producción de un litro de etanol:
 - Gs. 2.400 por litro (US\$ 0,46 por litro) para alcohol absoluto*.
 - Gs. 2.150 por litro (US\$ 0,41 por litro) para alcohol hidratado*.

Observación: el alcohol absoluto o deshidratado es aquel apto para mezclarse con la gasolina que será utilizada en motores nafteros de ciclo Otto y el alcohol hidratado es aquel apto para ser utilizado sin mezcla alguna en motores de ciclo Otto que estén especialmente diseñados para su uso.

²⁷ El estado del arte de los Biocombustibles en el Paraguay. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Asunción: IICA, 2007. 83p.

²⁸ Tasa de cambio promedio del mes de Marzo de 2007. 5150Gs/US\$ según BCP.

3.2.2 Impactos económicos

Actualmente, la producción de etanol a nivel nacional está creciendo considerablemente a raíz de nuevas inversiones y de la Ley de Biocombustibles 2748/05, que permite la determinación de mezclas del etanol con la gasolina para su comercialización nacional, y la exoneración de impuestos para la importación de vehículos “flex-fuel”. Sin embargo, debido a la demanda nacional por etanol y la importancia del azúcar para la exportación, aún es poco el etanol exportado por Paraguay.

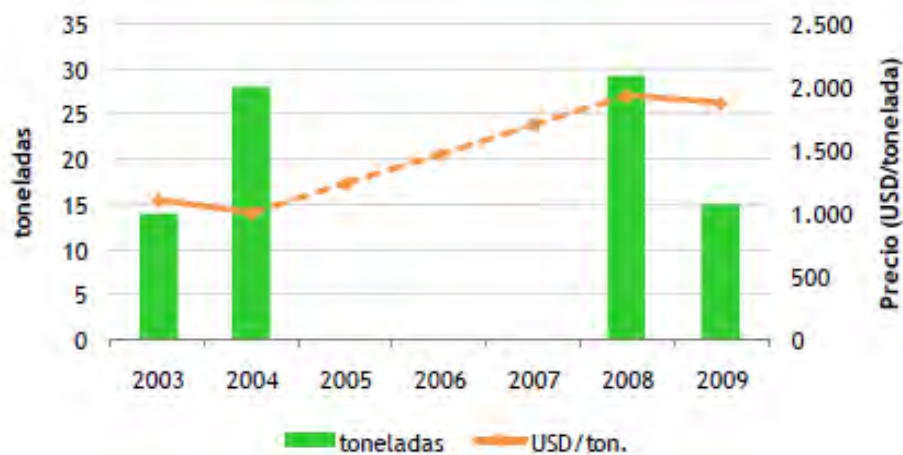


Fig. 17 Evolución de las exportaciones paraguayas de Etanol²⁹

Como se puede observar en la figura en el 2008 se exportó 29 ton. de Etanol a un costo de 1931,6\$/ton lo que equivalente a 56.480\$, en el 2009 se exportó 15ton. A 1872\$/ton. lo que equivalió 28080\$.

La demanda local del etanol crece a ritmo sostenido por su precio competitivo en relación al alto precio de importación de las gasolinas, mientras que el biodiesel está comenzando a ser comercializado mezclado con el diesel por la empresa estatal Petropar. A continuación se muestra la evolución del precio para Nafta de 91 Octanos en los Tanques de Planta en Villa Elisa.

²⁹ REDIEX. 2010. Perfiles de productos para la exportación. Etanol para Biocombustible

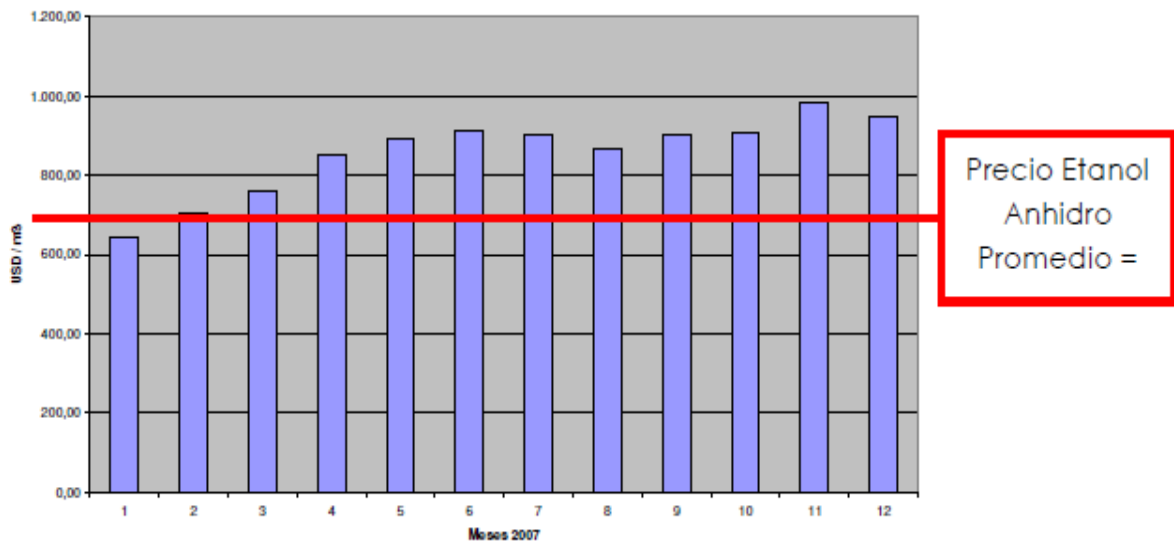


Fig. 18 Precio puesto en tanques Villa Elisa - Nafta de 91 Octanos³⁰

Los impactos económicos para los biocombustibles en general ya se mencionaron en el ítem Biodiesel. Cabe destacar que, el impacto del *biodiesel* es mayor que el del etanol por cada 1% de mezcla agregada, esto sucede porque el mercado del combustible diesel sustituido es alrededor de cuatro veces el mercado de gasolinas.

³⁰ Boletín de la Mesa Sectorial de Biocombustibles. Asunción, Paraguay. Febrero del 2008.

3.2.3 Impactos sociales

Ámbito agropecuario ³¹

La producción semi-mecanizada, con cosecha manual, precisa alrededor de 80 jornales/hombre/ha de cultivo o 0.285 EFE anuales.

La producción mecanizada, con cosecha a máquina, precisa alrededor de 53 jornales/hombre/ha de cultivo o 0.19 EFE anuales.

En ambos casos se prorratean los costos de implantación a 5 años, para obtener un costo promediado anual.

Ámbito industrial

Como ejemplo se puede tomar una industria alcoholera típica, llamada "ingenio", con capacidad de producción de 10.000.000 lt/año, ocupa a 30 personas por turno, o sea, 90 personas durante toda la zafra cañera (unos 6 meses).

Esto equivale a 45 empleos fijos equivalentes anuales por ingenio o bien, suponiendo 50 ton de caña por hectárea de cultivo y una extracción de 75 lt/ton, se generarían 0.017 empleos fijos equivalentes industriales por cada hectárea cultivada.

Generación de empleo en función a metas proyectadas

Actualmente la capacidad industrial instalada (de 113.000 m³ aprox. de producción de etanol) ya excede la demanda para mezclas de los volúmenes señalados para E24; por lo que deben buscarse nuevos mercados de exportación o trabajar debajo de la capacidad de producción industrial; por ello la cuantificación de puestos de trabajo se refiere en realidad a puestos existentes y no futuros.

De acuerdo a algunas estimaciones realizadas, la meta de sustituir todo el consumo de gasolina (E100) a mediano y largo plazo, basándonos en la cadena de la caña de azúcar, la que aparece como más viable técnica y económicamente para este fin, se necesitarían alrededor de 103.000 ha de caña de azúcar destinadas solamente al etanol, lo que generaría la siguiente ocupación agregada: *29.430 EFE con caña semi-mecanizada y 19.580 EFE con caña mecanizada*, además de alrededor de 3.500 empleos industriales por zafra. Estos valores están basados en las capacidades agropecuarias e industriales actuales.

³¹ REDIEX. 2007.

3.2.4 Impactos ambientales³²

Caña de azúcar:

El análisis de las externalidades ambientales causadas por la utilización de este rubro para la obtención de etanol debe partir de un enfoque agregado, o sea, la línea de base ambiental debe establecerse de acuerdo a los incrementos de producción atribuibles directamente al consumo de etanol carburante en el país o al exterior.

Otras materias primas:

Trigo, maíz y *sorgo*; al constituirse mayormente cultivos alternos al CS, técnicamente tendrían un impacto similar a los actuales, simplemente se potenciarían estos cultivos en detrimento de otros alternativos en áreas ya explotadas. Sin embargo las oleaginosas del CS en cuanto a que normalmente estos productos con valor internacional (*commodities*) no son técnica ni económicamente los más factibles para una producción continua de etanol, sino a lo sumo rubros alternos a la caña de azúcar que podrían o no explotarse para este uso si las condiciones económicas se diesen.

En todo caso, se evidencia que para confirmar o no lo antedicho sobre las opciones, es precisa la realización de Estudios de Impacto Ambiental genéricos y específicos de todas las cadenas de biocombustibles *a priori* factibles, a fin de determinar más objetivamente las externalidades positivas o negativas que puedan surgir. Deben preverse los siguientes aspectos ambientales en los estudios:

- Efectos en el cambio del uso de la tierra.
- Impactos sobre la biodiversidad.
- Minimización de emisiones de GEI.
- Prevención de erosión y degradación de suelos.
- Protección de cursos de agua.
- Mínimo uso de agroquímicos.
- Inclusión social de los proyectos.

³² Bohn, Eduardo. 2009. "Tablero de comando" para la promoción de los Biocombustibles en Paraguay.

3.3 Otras fuentes de generación de Bioenergía

3.3.1 Biomasa³³

En el Paraguay se utiliza enormes cantidades de Biomasa como combustible residencial e industrial, sin embargo, la importancia económica de esta fuente para generar energía es un tema poco conocido en el país.

A consecuencia de esto ha ocurrido un importante proceso de deforestación, principalmente en la región oriental del país, durante los años comprendidos entre 1945 y 1991, se ha llegado a eliminar casi 7 millones de hectáreas, lo cual representa un promedio aproximado de 123 mil ha cada año.

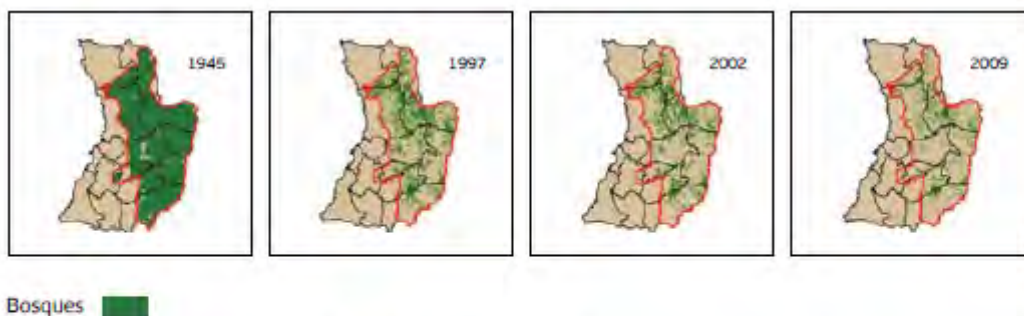


Fig. 19 Evolución del proceso de deforestación en la región oriental del Paraguay (1945 – 2009)

En relación a la Región Occidental, se ha alcanzado un promedio de deforestación de 45 mil ha anuales. Esto representa una pérdida de área boscosa de aproximadamente 1,25 millones de ha. Durante los últimos dos años, la tasa de deforestación en la región es del orden de 350 a 500 ha por día, según la época del año.

Evidentemente que la destrucción de los bosques fue resultado principalmente de la transformación de bosques naturales en área de pastoreo para cría de ganado, asociados a problemas de uso y tenencia de la tierra. De hecho, estos principales elementos causales de la deforestación demuestran que históricamente el problema forestal ha estado íntimamente

³³ Situación de Energías Renovables en el Paraguay. Cooperación Alemana al Desarrollo. GIZ, Viceministerio de Minas y Energía. 2011

ligado a la tenencia de la tierra y a los modelos de reforma agraria y de producción agropecuaria del país.

Este proceso de deforestación, aunque evidentemente menor, comparado con la Región Oriental, es bastante significativo por la fragilidad de los ecosistemas chaqueños, demostrados por las numerosas evidencias de erosión eólica y la salinización de suelos que se están verificando en diferentes zonas de la región.

Hoy no quedan muchos bosques. Algunos estudios mencionan una superficie aproximada a 70.000 km².

Una futura política energética debería reintroducir planes de incentivos para reforestaciones y plantaciones de combustibles de madera; algunas medidas de apoyo ya existen por decretos, pero han sido suspendidos debido a la carencia de medios económicos (o voluntad política).

Con el objetivo de propiciar la protección, recuperación y el mejoramiento del bosque nativo en la región Oriental, el 13 de diciembre del 2004 el Congreso paraguayo aprobó la ley N. 2524, denominada `Ley de Deforestación Cero`. Con esto se logró una reducción del 85% en el índice de deforestación. Ahora, el Paraguay pasó a formar parte de los países con menor tasa de deforestación en el mundo.

Gastos energéticos de las zonas rurales

La parte más importante del consumo energético de biomasa corresponde a las familias rurales y se refiere a la cocción de alimentos.

La fuente de energía más utilizada de dichas familias es *la leña*, que normalmente no representa un gasto monetario directo para las mismas. En algunas zonas del país, es todavía fácil su disponibilidad y acceso a los factores que inciden en la utilización masiva de dicha fuente energética, por parte de las familias de las áreas rurales.

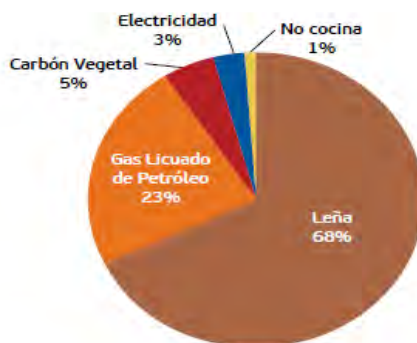


Fig. 20 Principales fuentes de energía en la cocción de alimentos.

El consumo per cápita de leña en el Paraguay es casi una tonelada anual, el más alto en América Latina. Históricamente, ha significado la utilización de restos de la deforestación, pero debido a la pérdida de los bosques, la leña comienza a escasear y la población debe comprarla o invertir mucho tiempo en obtenerla.

El carbón vegetal, al contrario de la leña, es un energético comercial con un mercado mucho mejor organizado desde la producción hasta el consumo final. El consumo del carbón de leña está vinculado a las áreas urbanas y semiurbanas. Y tiene usos complementarios, por lo general se utiliza por falta de leña o gas natural. La producción del carbón vegetal está en manos de pequeños productores agrícolas. En el 2009, se produjo 470.000 toneladas, de las cuales el 43% fue exportado.

Perspectivas de la fuente energética

A través del desarrollo de tecnologías adecuadas, el potencial energético de la biomasa podría cubrir un porcentaje considerable de la demanda energética actual. El Paraguay necesita políticas amplias y certificación obligatoria para garantizar su producción de biomasa bajo los más altos estándares.

El Paraguay no posee incentivos para la reforestación, y la financiación para proyectos de esta actividad es aún incipiente, engorrosa y de limitada disponibilidad para los interesados, por lo que es necesario poner en práctica la Ley de Servicios Ambientales, así como el fondo para la forestación y la reforestación.

Sumado a esto, la legislación restrictiva ahuyenta a los interesados, cuando lo que necesitamos son mecanismos que incentiven la conservación de bosques y la financiación de inversiones forestales.

3.3.2 Biogás

Otro componente importante en el tema de Bioenergía es el Biogás, que en nuestro País todavía es de bajo desarrollo, lo cual se debe principalmente, al exceso de energía proveniente de las hidroeléctricas, sin embargo se utiliza mucho gas, que es importado. Es preciso destacar que en el País, se está investigando la tecnología adecuada para el uso del Biogás proveniente de distintas fuentes, pues la base de la economía nacional es eminentemente agropecuaria, por ende, se dispone de gran cantidad de residuos provenientes del sector agrícola y ganadero.

Existen algunos emprendimientos importantes de destacar y que utilizan esta tecnología:

La empresa de frigorífico Bertín S.A. dispone de un biodigestor cuya capacidad es de 640m³ de biogás/día. El 80% del biogás generado es metano y se utiliza como combustible de un motor-generator para abastecer de energía eléctrica a varias industrias. Se están llevando a cabo las negociaciones para la firma de un acuerdo entre ANDE – BERTIN S.A. – ITAIPU BINACIONAL, para que el frigorífico pueda producir energía de tal manera a inyectarlo a la red del sistema eléctrico específicamente en horario de punta de carga, la producción sería de 900Kwh/día.

Otro productor de biogás es la granja San Bernardo que está ubicada en el departamento de Alto Paraná. Esta granja produce 1000m³ de biogás/día, el cual sirve para hacer funcionar un generador de 250kW durante 14 horas/día y proveer de energía eléctrica a la misma fábrica.

La empresa el Farol se encarga del manejo integral de los residuos sólidos urbanos para el vertedero capitalino llamado Cateura. Recientemente, ha rubricado un acuerdo internacional con la firma francesa Bionersis para la producción de Biogás. Este vertedero genera aproximadamente 100 ton/día lo cual está siendo desperdiciado y está causando serios problemas socio-ambientales.

Existe un gran impulso por parte de instituciones del estado que están apoyando estos emprendimientos, principalmente porque:

Existen zonas del país donde no existe provisión de energía,

La base de la economía paraguaya es eminentemente agropecuaria, por lo que el país genera gran cantidad de residuos proveniente de este sector,

Se necesita investigar y desarrollar el tema del Mecanismo de desarrollo limpio.

IV Posibilidad de proyectos en Bioenergía

La empresa PETROPAR posee una planta piloto de producción de Biodiesel, con el objetivo de fomentar la producción y uso de los Biocombustibles en nuestro país, la empresa adquirió una unidad de producción de biodiesel con capacidad de 2.000 litros/día. La planta se halla en etapa de ejecución en la ciudad de Villa Elisa. En la primera etapa del proyecto se utilizan todas las materias primas producidas en el país como, alcohol etílico, soja, tártago, sésamo, coco, maní, tung, algodón, aceites reciclados, grasa animal. Los objetivos específicos del proyecto son: ³⁴

- Contar con registros de comportamientos y de calidad de producción de cada materia prima del país.
- Obtener datos económicos de la producción para su adición al gas oíl.
- Garantizar el éxito de la prueba, para fomentar su producción y uso en el país.

En el 2007, empresarios y autoridades del gobierno Paraguayo iniciaron negociaciones con fabricantes Brasileños, a fin de importar vehículos Flex a Etanol. Así el Paraguay se convertiría en el primer destino de exportaciones brasileñas de sus vehículos de combustible flexible.

En Mayo del 2008, el Gobierno paraguayo anuncio un plan para exonerar a los vehículos flex del pago de impuestos de importación. Esta iniciativa también incluye la compra de 20000 automóviles flex en el 2009 para uso de la flota oficial del gobierno, gestión que aun no se ha cumplido.

La Universidad Nacional de Asunción (UNA) y la Universidad Católica Ntra. Sra. De la Asunción (UCA) están desarrollando proyectos y programas de estudio, orientados a la capacitación y la búsqueda de soluciones a los problemas socioambientales y la mala utilización de los recursos energéticos disponibles en el País. Entre ellos se encuentra el 'Análisis del Ciclo de Vida (ACV) del potencial de producción de los Biocombustibles a partir del mbokaja' (coco).

³⁴ www.petropar.gov.py/biodiesel

La empresa ENERPY opera una fábrica piloto en el departamento de Misiones, esta empresa instaló una planta procesadora de residuos domiciliarios que produce gas metano, carbón vegetal, asfalto líquido y otros aceites con destino a las industrias química orgánica.

Biogás para todos, es la iniciativa de un grupo de voluntarios que ofrecen asesoramiento y asistencia técnica para la producción de Biogás. Este proyecto está enfocado a la sustentabilidad de pequeñas granjas.

V Perspectivas y Conclusiones

5.1 Perspectivas

Los Biocombustibles representan para el País una fuente de Energía renovable muy importante y estratégica con respecto a sus intereses. El hecho de no producir Petróleo hace que la dependencia del Paraguay del mencionado producto sea muy grande y esto no coincide con un País en busca de la Soberanía Energética.

Los Biocombustibles necesitan de una decidida política energética que evite la importación de combustibles, y exporte Biocombustibles a países que no posean las ventajas productivas que tiene el Paraguay.

Según algunos expertos, necesitaríamos aproximadamente 250.000.000 millones de hectáreas de cultivos para especies bioenergéticas (cerca de una sexta parte de las tierras de cultivo en total) para satisfacer la demanda proyectada. Esto ocasionaría la deforestación, escasez de alimentos y agua, entre otros impactos sociales y ambientales, por lo que debe analizarse la posibilidad con mucho cuidado.

Con un estimado aumento de la población en 2.000.000 más para el 2050, es vital que el incremento en el cultivo de Biocombustibles no utilice tierra y agua que sean necesarias para producir alimentos destinados al consumo humano o para mantener la Biodiversidad. Las consecuencias de la producción de insumos de especies bioenergéticas sobre la tierra y el agua necesitarían mas investigación, especialmente a nivel de campo.

El objetivo a largo plazo es, la exportación del Biodiesel y Etanol a otros países. Se estima que una vez desarrollada la infraestructura internacional necesaria para la distribución de los Biocombustibles, a la escala actual de los combustibles fósiles, el Etanol registrara un auge importante en su comercialización.

Finalmente, para alcanzar estos objetivos solo se precisan de 140.000 hectáreas de nuevas plantaciones. Esta necesidad es el aspecto más desafiante para los Biocombustibles en el territorio paraguayo.

5.2 Conclusiones

Los Biocombustibles son fuentes energéticas de origen renovable, muy importante para el país, ya que la condición de país agrícola y ganadero constituye la clave para independizarse del petróleo y ser un país sustentable.

Existe en el país buena disponibilidad y calidad de recursos naturales y condiciones climáticas generadora de ventajas comparativas en especies agro energéticas, y conducentes a una posición de gran potencial de crecimiento económico con inclusividad social y respeto al ambiente.

Se considera esencial la investigación y el desarrollo de materias primas actuales y potenciales. Especialmente en el campo agrícola se hace necesario promover la realización de actividades de investigación y la transferencia de resultados al sector productivo, a fin de incrementar la productividad y la competitividad a nivel nacional e internacional; alcanzar un desarrollo económico social sustentable; y mejorar la calidad de vida del sector rural, principalmente.

La demanda y buenos precios internacionales de alimentos y biocombustibles en el corto y mediano plazo se presentan como una oportunidad importante para potenciar a la agricultura familiar en términos de oportunidades laborales e ingresos, así como a la agricultura empresarial, y a la conformación de cadenas productivas de alta competitividad y gran significación para el desarrollo nacional.

El avance en la producción y uso de los Biocombustibles en Paraguay, dependerá de una visión estratégica de desarrollo respecto a la implementación y fiscalización de políticas públicas a nivel nacional y de negociaciones internacionales.

VI Bibliografía

Balance energético Nacional 2009. Viceministerio de Minas y Energía. Consultado 09/11. Disponible en www.ssme.gov.py

Boletín Mesa Sectorial de Biocombustibles. Red de Inversiones y Exportaciones. Asunción, 06-2009.

Boletín Mesa Sectorial de Biocombustibles. Red de Inversiones y Exportaciones. Asunción, 02-2008

Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas. I. Etanol. IICA. 2007. 183p.

Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas. II Biodiesel. IICA. 2010. 378p.

El estado del arte de los Biocombustibles en el Paraguay. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Asunción: IICA, 2007. 83p.

Informe de Estadísticas Energéticas 2010. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

Memoria y Balance 2009. Administración Nacional de Electricidad (ANDE)

Paraguay en el mapa competitivo del mundo “KOA IKATUTA” MAG – IICA 2007.

Situación de Energías Renovables en el Paraguay. Cooperación Alemana al Desarrollo. Giz. Viceministerio de Minas y Energía. Marzo, 2011.

Bohn, Eduardo. “Tablero de comando” para la promoción de los Biocombustibles en Paraguay. 2009. 112p

REDIEX. Perfiles de productos para la exportación. Etanol para Biocombustible.
Asunción. 2010.

Páginas web consultadas

www.ssme.gov.py

www.ande.gov.py

www.olade.org

www.mag.gov.py

www.mic.gov.py

www.rediex.gov.py

www.petropar.gov.py

www.seam.gov.py

www.renenergyobservatory.org