

Esta es la versión html del archivo <http://www.seam.gov.py/cambioclimatico/estudios/FORTALECIMIENTO%20EN%20AREAS%20PRIORITARIAS/Plan%20Nacional%20de%20Bodiesel.doc>.
Google genera automáticamente versiones html de los documentos mientras explora la Web.

PLAN NACIONAL DEL BIODIESEL

Consultoría Nacional elaborado por:

Ing. Agr. Ronaldo Dietze

Para el

Proyecto PAR98/G31 “Cambio Climático”

Diciembre/2002

PLAN NACIONAL DE BIODIESEL

Por : Ronaldo Eno Dietze

I. INTRODUCCIÓN

Paraguay es un país cuya estructura económica se basa fuertemente en el sector primario (agropecuaria y forestal), con muy poca transformación de su materia prima. Paraguay produce grandes volúmenes de materia prima, ejemplo 3,2 millones de toneladas de soja en granos, 0,25 millones de toneladas de algodón, 0,7 millones de toneladas de maíz, 0,2 millones de toneladas de trigo, 2,5 millones de toneladas de caña de azúcar, 4,5 millones de

toneladas de mandioca. En resumen, Paraguay cosecha y transporta anualmente un volumen de más de 20 millones de toneladas de productos mayormente no transformados incluyendo el sector ganadero y forestal. El transporte de grandes cantidades de productos a distancias relativamente largas implica un gran consumo de combustible cuya totalidad es de origen fósil e importado.

Por otro lado Paraguay tiene condiciones comparativas favorables para la producción de diversas oleaginosas que sirven, previa adecuación, para el uso como biocombustible.

Dado el elevado consumo de combustible para el transporte de grandes volúmenes de productos, de pasajeros a cortas y largas distancias, de uso personal y familiar, de uso para el sector privado y público, etc., y dado el muy buen desarrollo de un gran número de vegetales oleaginosas, algunas de los cuales más y otros comercializables internacionalmente desde Paraguay.

II. OBJETIVOS

a. Del plan

1. Concienciar a las autoridades políticas y a la población en general sobre la importancia de producir y utilizar el **biodiesel** en el país
2. Iniciar un proceso esfuerzo transparente que conlleva a la producción y al uso de **biodiesel** en el país
3. Facilitar la producción y el uso de **biodiesel** en el país
4. Producir y utilizar **biodiesel** en Paraguay

b. Del presente documento

1. Servir de base informativo sobre el **biodiesel**
2. Servir de base para iniciar un proceso de discusión y acción en torno al tema de **biodiesel**

III. ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento es solo de carácter general por pretender concientizar y servir de base inicial de discusión en el marco de la producción y uso del **biodiesel**, por lo tanto no se trata de un estudio de evaluación de factibilidad de una inversión privada y su impacto para la sociedad en su conjunto o sea de un emprendimiento concreto.

Por otra parte se pretende que el presente documento tenga carácter dinámico con un constante enriquecimiento y profundización en función a los avances de conocimiento sobre el particular, las informaciones y datos precisos a generarse, las investigaciones y

experimentaciones a realizarse , etc.

IV. JUSTIFICACIÓN

1. De la elaboración del plan

- a. Permite la concentración de los datos e informaciones hoy muy dispersas en materia del **Biodiesel**
- b. Permite definir el alcance técnico, económico, social y ambiental de la producción y el uso de **biodiesel**
- c. Permite contar, aunque en carácter mas bien general, de informaciones y conceptos sobre el **Biodiesel**.
- d. Permite contar con un análisis sobre las ventajas y desventajas de la producción y el uso del **biodiesel** en el país
- e. Permite contar con un documento dinámico, perfectible, evolutivo en función del avance tecnológico, de la información y del análisis de la situación del **biodiesel**

2. De la producción y uso de **biodiesel** en Paraguay

a. Beneficios productivos:

- La demanda del **biodiesel** incentivará la producción de oleaginosas en general
- La demanda de **biodiesel** podrá incentivar especies particulares como : el tártaro, el coco (mbocayá), el maní, el girasol, el algodón, la soja y otros
- La demanda de **biodiesel** podrá mejorar la utilización de nuevas tecnologías en los cultivos de oleaginosas como ser, nueva variedades, nuevos plantíos de coco, tártago y otros, mejores cuidados culturales, investigación de adaptación de nuevas especies de oleaginosas (palma africana, cartamo, colza, etc)
- Puede con el tiempo reducirse el costo de producción si se utilizara como fuente de energía para realizar actividades agrícolas e industriales motorizados con **biodiesel**

b. Beneficios comerciales

- Los servicios de expendio de combustible no dependerán exclusivamente de una fuente de producto (combustible fósil) de características monopólicas
- Ahorro de flete para los productores socios de cooperativa que si llegasen a producir **biodiesel** ahorrarían costo de flete, por la fracción a sustituirse, de trasladar el diesel fósil hacia las zonas de producción(ejemplo desde Asunción) y soja en grano desde la zona de producción hacia los puertos paraguayos de embarque como Encarnación, Villeta, Pilar, etc.
- No habrá necesidad de cambiar nada en los equipos actuales de

expendio de gasoil al mezclarlo con **biodiesel**.

- Podría a la larga reducir los costos del combustible en el país.

c. Beneficios económicos

- Ahorro de divisas del país
- Mejoramiento de la economía interna del país por generar mayor producción, productividad, eventualmente nuevos productos, mejoramiento de la demanda interna por generación de más fuentes de empleo e ingresos, tratándose de rubros agrícolas de buena demanda de trabajo como ser el algodón, el tártago, el maní, etc
- Ingreso de divisas por eventuales exportaciones de **biodiesel**, (esto es válido particularmente en el momento de lograrse excedentes productivos del **biodiesel**)

d. Beneficios sociales

- Generación de nuevas fuentes de empleo e ingresos
- Aspectos distributivos en base al empleo e ingresos a generarse a través de un producto adicional a la economía (**biodiesel**) tanto en la fuente primaria de producción, en la industria y en el sector comercial
- Nuevos empleos para el pequeño productor, a medida que como fuente de elaboración del **biodiesel** se utilice el algodón, el tártago, el coco (mbocayá), maní, etc

e. Beneficios ambientales

- Al tratarse del uso de vegetales de características “renovables” se evita emisión adicionales (incrementales) de gases de efecto invernadero (GEI). El balance indica que la misma cantidad de GEI, específicamente de CO₂ que lanza la combustión de **biodiesel** a la atmósfera es nuevamente absorbida por los vegetales oleaginosos (ciclo equilibrado del gas bióxido de carbono)
- Podrán haber otras externalidades positivas en función a su contribución a mitigar la pobreza como efecto de nuevas oportunidades de empleo e ingresos. Está comprobado que la pobreza es una, entre muchas otras causantes, del deterioro del medio ambiente

V. DE LA HISTORIA RESUMIDA DEL BIODIESEL

La utilización del **biodiesel** como fuente de combustión motriz es conocido ya desde hace muchos años. Su uso comercial generalizado no se dio más bien por motivos de competitividad con el combustible fósil lanzado al mercado a precios relativamente más bajos que los aceites vegetales dado su abundancia, mientras que los aceites vegetales

cuenta con usos alternativos fuertes principalmente en lo que se relaciona a su uso como comestible.

La tecnología para la producción de **biodiesel** es hoy en día muy bien conocida, según Buetner, C., Austria es un país pionero en la industrialización y el uso del **biodiesel**, en la Argentina se aprobó las normas técnicas de elaboración y uso de **biodiesel** e instalaron varias plantas de producción de **biodiesel**, En algunos estados de EEUU es obligatorio el uso del **biodiesel**. En Alemania se producen 1,21 millones de toneladas de **biodiesel** al año y cuenta con 1300 estaciones de servicios de distribución, en Uruguay se estudia e investiga sobre el **biodiesel** en las universidades.

A pesar de los avances técnicos logrados en el pasado en el tema de **biodiesel**, habrán mucho más avances en el futuro inmediato en lo que se refiere a su producción y uso concreto, sus normas técnicas de uso, su comercialización efectiva, etc. Muchos países están hoy en condiciones técnicas y legales de su utilización. La lentitud de su uso hasta la fecha está exclusivamente relacionado a los aspectos económicos, es decir a la relación del costo de la materia prima (aceite), comparado con el precio del petróleo crudo fósil.

VI. VENTAJAS COMPARATIVAS PARA PARAGUAY

Paraguay cuenta, entre otras con las siguientes ventajas comparativas, por lo menos con los países industriales.

Cuadro N° 1: Ventajas comparativas de producción de biodiesel de Paraguay y Países industriales

CONCEPTOS COMPARATIVOS	PARAGUAY	PAISES INDUSTRIALES
1. Costo de la tierra para la producción de oleaginosas	bajo	alto
2. Costo de la mano de obra para la producción de oleaginosas e industria	bajo	alto
3. Costo del capital expresado en tasa de interés	alta	baja
4. Incertidumbre económica y política	alta	baja
5. Avance tecnológico	baja	alta
6. Potencial productivo de oleaginosas	alto	bajo
7. Capacidad de subsidio del biodiesel	bajo	alto
8. Numero de especies de oleaginosas		

posibles de producir	alta	bajo
9. Costo de producción sin subsidio	bajo	alto
10. Abundancia de tierra para producir	alta	baja
11. Clima que favorece el uso de biodiesel (ejemplo viscosidad)	alto	bajo
12. Competitividad en la producción de oleaginosas y biodiesel sin subsidios	alta	baja

VII. LOS CONCEPTOS

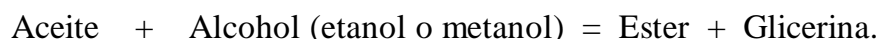
1. El Biodiesel

El **biodiesel** es un combustible obtenido de un aceite. Normalmente se utilizan aceites vegetales para la fabricación de **biodiesel**. Para la obtención del **biodiesel** existen tres procesos :

- a. Pirolisis
- b. Micro emulsión
- c. Transesterificación

Este último es el proceso más utilizado por su mejor rentabilidad económica . Este proceso consiste en la reacción con metanol o etanol (transesterificación) de las moléculas de triglicéridos para producir ésteres. De esta manera se consigue que las moléculas grandes y ramificadas iniciales, de elevada viscosidad y alta proporción de carbono se transformen en otros de cadena lineal, pequeñas, con menos viscosidad y porcentaje de carbono y, de características físico-químico y energético más similares al gasoil.

La reacción que se produce es la siguiente:



El proceso químico es relativamente sencillo , sin embargo para producir un **biodiesel** de calidad se debe optimizar las variables del proceso, tales como exceso de metanol, la catálisis del mismo, desactivación del catalizador, agitación, temperatura adecuada, etc.

Existen dos tipos de transesterificación:

a. El continuo

La transesterificación continua se realiza en tres pasos:

- transesterificación I
- transesterificaciones II
- transesterificación III

Para ello se utiliza un proceso de alta presión. La ventaja de este proceso es que se puede utilizar grasas y aceite hasta el contenido del 8 %

b. El proceso discontinuo o por batch

En este proceso se realiza la transesterificación en una sola etapa en un solo reactor o en varios reactores en forma paralela

La diferencia fundamental entre ambos procesos de transesterificación radica en que el proceso continuo es mucho más costoso pero con mayor capacidad productiva, en cambio el método discontinuo es menos costoso y con menos capacidad productiva.

El **biodiesel** es el único combustible alternativo que funciona en cualquier motor diesel convencional (Servin, Viceministro de Minas y Energía, 2002), sin ser necesario ninguna otra modificación. Se utilizan los mismos tanques que para el gasoil y las mismas máquinas de expendio.

El **biodiesel** puede usarse puro o mezclado en cualquier proporción con el combustible diesel derivado de petróleo. La mezcla más común es del 20 % de **biodiesel** con 80 % diesel fósil (Servin, 2002).

El **biodiesel** contiene 11 % de oxígeno en peso, no contiene azufre, puede extender la vida útil del motor por sus buenas cualidades lubricantes, mejores que el combustible de origen fósil.

2. Los Recursos Naturales y la ubicación sistemática del **biodiesel**

Los recursos naturales son influenciados por acción de los seres humanos. Esta influencia puede ser positiva o negativa. La emisión de gases de efecto invernadero es considerada como una influencia con impacto negativo. El bióxido de carbono proveniente de la quema de combustible fósil es un impacto negativo. La sustitución de combustible fósil por una fuente de energía renovable como el **biodiesel** u otros produce un efecto positivo o por lo menos neutral sobre el ambiente. En el esquema siguiente queda registrado esta situación clasificando las acciones de los seres humanos como racionales e irracionales.

De una manera simple los recursos naturales pueden ser clasificados bajo la denominación de renovables o no renovables. En este caso los vegetales (flora) que dan origen al aceite para **biodiesel** son definidos como renovables, mientras los combustibles de origen fósil como no renovables como se señala en el esquema siguiente.

Otra manera de clasificar los recursos es en “tangibles” los que se perciben fácilmente con los sentidos e “intangibles” los que no se perciben fácilmente con los sentidos, ver el esquema siguiente:

Otra manera de clasificar un recurso natural es en “perennes”, “no renovables y “potencialmente renovables”

Una manera mas compleja de clasificación de los recursos en “agotables”, y “no agotables” como queda demostrado en el esquema siguiente:

El recurso agua constituye uno de los mas preciados hoy y mas aun en el futuro, principalmente por la escasez de agua dulce. El agua potable, dulce, solo representa un 6 % del total de agua existente sobre el planeta tierra. Si bien es técnicamente posible desalinizar agua, este proceso es altamente costoso por el insumo de grandes cantidades de energía para el proceso.

Las causas del agotamiento de los recursos naturales, por contaminación, pérdida de la biodiversidad, u otras causas se deben a factores principalmente por mal manejo, que se citan en el esquema siguiente.

Los factores que alteran la descomposición de los recursos naturales “renovables” quedan citados en la siguiente presentación esquemática:

Los factores que influyen en la degradación ambiental aparece en el siguiente esquema:

Algunos principios fundamentales para la conservación de los recursos naturales y la preservación de ambiente son las siguientes:

Algunas medidas sugeridas para utilizar mas sustentablemente los recursos naturales son los que aparecen en los siguientes esquemas:

VIII. LA PRODUCCIÓN DE OLEAGINOSAS

1. El sector de la producción de oleaginosas

El sector de oleaginosas en Paraguay, está constituido principalmente por el cultivo de la soja con mas de 1,2 millones de hectáreas y mas de 3 millones de toneladas de producción. Otra oleaginosa de importancia aceitera es la semilla de algodón, 160 mil has, el girasol, 52 mil hectáreas, maní 30 mil has.,tung 12 mil has, tártago mil has, coco (mbocayá) disperso, etc.

El potencial de Paraguay para la producción de oleaginosas es muy elevado dado su ubicación geográfica con un potencial de mucho sol. Es necesario insistir en el tema del

cluster de balanceados, en este caso se hace necesaria la producción de harina de oleaginosas como fuente de alimento proteico, por ende habrá una considerable cantidad de aceites que puede ser destinada a la exportación básicamente pero también al consumo interno y la producción de **biodiesel**.

2. Características de las Materias Primas para Aceite:

La soja, contiene en media entre 18-20% de aceite, sin embargo es el grano más rica en proteínas que se conoce, presentando en el grano 38 a 44% de contenido proteico y 44 a 50% en el afrecho.

La tendencia del aceite de soja es fluctuante en los precios, debido a la competencia con otros aceites, principalmente el de palma. Por otro lado, los precios de afrecho de soja tienden a crecer, una vez que es excelente para la alimentación animal por su alto grado cuantitativo y cualitativo de proteína de fácil asimilación.

Actualmente el Paraguay en el año 2001 produjo 3.511.049 toneladas con un rendimiento de 2.601 Kg/ha. A continuación se presenta la proyección de la producción de soja extrapolando hasta el año 2015.

El gráfico anterior demuestra con la pendiente positiva, que la tendencia de la producción de la soja a los largo de los próximos años va en aumento, lo cual significa que a medid que pasan los años la producción tiende a crecer y por lo tanto la disponibilidad de la fuente de la materia prima aumentará.

En cuanto al destino final de los granos de soja, aproximadamente el 77% es exportado, el 22% industrializado y el 1.8% para semilla.

La totalidad de la fracción industrializada se destina a la producción de aceite de soja, obteniendo un rendimiento de entre 18 – 20%, es decir para el año 2001 la producción de aceite de soja fue de aproximadamente de 146.761,85 Ton.

A continuación se presenta el comportamiento del aceite de soja a lo largo de los últimos

10 años, haciendo una proyección para los siguientes 10 años

Como puede observarse, según el gráfico anterior, la disponibilidad de materia prima no sería un inconveniente para la producción de **biodiesel**, es más, quedó demostrado con la proyección la tendencia de la producción de aceite soja para los próximos 10 años.

La Colza, contiene de 38 a 42% de aceites y 35% de proteína. Tiene en contra el hecho de que su afrecho no es fácilmente asimilado por aves y porcinos. Su cultivo es elevado en los países industriales (Unión Europea, Canadá) por ser subsidiado por la Unión Europea a través de incentivos a la industrialización e impuestos sobre la importación de otros aceites. La Unión Europea produce como alimento para animales apenas 40 a 50% de los afrechos necesarios.

El aceite de colza es bien cotizado en muchos países por no producir colesterol. El desequilibrio entre el contenido de aceite y proteína en el grano genera a veces un exceso de oferta de aceite, resultando en la baja de precios en el mercado mundial, sin embargo no hay indicios de que las áreas de cultivo de colza vengán a sufrir reducciones por los subsidios.

Es un cultivo de invierno en Paraguay que puede ser importante, por aprovechar las máquinas y la tierra en invierno.

A pesar del buen aceite de la colza y sus posibilidades de producción en Paraguay, con bajo costo de oportunidad de los suelos de Alto Paraná e Itapúa, sobre todo en invierno no ha progresado mucho este cultivo, por cuestiones más bien de restricciones o desconocimiento tecnológico sobre esta oleaginosa.

El mayor exportador es la Unión Europea (72% de las exportaciones mundiales). El mayor importador de aceite de colza es Japón.

La Palma Africana. No se produce en Paraguay, se presta únicamente al abastecimiento de aceite, no generando afrecho como subproducto. Es un cultivo perenne y característico de las regiones tropicales. Su cultivo está concentrado en países en vías de desarrollo con industrialización creciente y extensas plantaciones. Los árboles producen frutos en ciclos durante todo el año. De un modo general, las haciendas son bien organizadas y dotadas de infraestructura, lo que facilita la previsión de la cosecha.

Malasia direcciona casi toda su producción al mercado externo, exportando 80% del total producido. La producción de aceite de palma de la Malasia equivale a la producción de aceite de soja en los EE.UU. y estos aceites hoy en día son los principales en el mercado. La tendencia de crecimiento de áreas de cultivo está limitado a los factores climáticos.

La Indonesia es el segundo mayor productor mundial y exporta 50% de su producción.

El Algodón, contiene 43% de proteínas, y la fibra es materia prima de la industria textil. Es producido y descaroado para retirar la pluma y del linter y la semilla procesada para extracción del aceite. Cerca de 20% del total de semillas son utilizadas directamente en la alimentación animal.

El aceite de algodón compite con el aceite de girasol en el mercado de los aceites para alimento siendo su precio a veces superior al aceite de girasol. China, URSS e India absorben 34% de la producción. Apenas 9% del total producido es colocado en el mercado mundial.

El algodón es un cultivo temporal, se cultiva en todos los departamentos del territorio Paraguayo. La producción total para el periodo 2000/01 fue de 294.444 Tn con un rendimiento de 989 Kg/Ha. La mayor zona productora de algodón en la región oriental con el 98,51% de la producción total y la región Occidental con apenas el 1,49%. Los departamentos con mayor producción fueron: Caaguazú con el 21,19% de la producción, San Pedro con el 18,78%, Itapúa el 16,81%, Alto Paraná el 8,49%, Canindeyu con el 7,81%, Caazapá con el 7,68% y el resto se distribuye en los demás departamentos.

El sésamo: es un cultivo relativamente nuevo en nuestro medio no obstante presenta una producción interesante para el periodo 2000/2001 la producción Nacional fue de 19.927 Tn y el 95,64% se concentra en la región Oriental del Paraguay. Los departamentos que se dedican a este rubro son: Concepción con el 50,18% de la producción total, San Pedro con el 40,95%, y en la región Occidental el único departamento que se dedica a este rubro es el de Boquerón con el 4,36% de la producción total Nacional.

El rendimiento de este cultivo fue de 1.209 Kg/Ha para el periodo 2000/2001 según el último censo estadístico del Ministerio de Agricultura y Ganadería

El Maní, contiene 50% de aceite y 26% de proteína. Su participación en el mercado internacional es insignificante, siendo cultivo de subsistencia en pocos países de África.

La India es un gran productor y consumidor de aceite de maní representando 26% del total de su mercado.

El maní es un cultivo temporal, el cual se cultiva en ambas regiones del territorio nacional. Según el censo Agropecuario del periodo 2000/01, el maní es cultivado en todos los departamentos excepto en Alto Paraguay. La región Oriental produjo una 21.650 Tn y la región occidental unas 5.951 Tn. La superficie total sembrada en el país es de 30.254 Has. Los departamentos que más producen maní son: San Pedro con el 18,18% de la producción total, Caaguazú con el 15,81%, Boquerón con el 15,06%, Itapúa con el 14,58% y Caazapá con el 13,42% del Total; el resto de la producción se reparte en los demás departamentos.

Como demuestra el gráfico la producción de maní en los últimos años ha sufrido variaciones en cuanto a su producción y por lo tanto la tendencia o la proyección de la misma para los próximos 10 años es negativa, lo cual también ofreciéndole un mercado para la producción de **biodiesel** puede invertirse esa proyección.

El tártago: es un cultivo temporal, se cultiva casi en todo el país excepto en los departamentos de Misiones, Paraguari y Alto Paraguay según el último censo agropecuario del periodo 2000/01. La producción total para ese periodo fue de 12.682 Tn de los cuales el 87,11% corresponde a la Región Oriental y el 12,89% a la Occidental. Los departamentos con mayor producción en este periodo fueron: Concepción con el 56,06% del total, San Pedro con el 17,37%, Boquerón con el 12,32%, Amambay con el 11,83%, Caaguazú con el 1,03% y el resto en los demás departamentos con producciones menores de 75 Tn.

El girasol, contiene cerca de 35% de aceite y 36% de proteína. El afrecho no contiene sustancias nocivas. Los mayores productores son: URSS (que consume toda su producción), Argentina, EE.UU. y países de Europa.

Europa coloca su producción en el mercado internacional, donde goza buena imagen, influencia por el nombre y también por el bajo tenor de colesterol, siendo utilizado en alimentación dietética y como aceite para ensaladas alcanzando buenos precios.

En los EE.UU. es suplantado por la soja en función de los bajos rendimientos y tenor de proteínas, además de lo complejo de su procesamiento.

Las zonas del país donde se cultiva esta oleaginosa se concentran en un 100% en la región oriental. Según el último censo estadístico agropecuario del año 2000/2001 la superficie total dedicada a este rubro es de 30.372 has. de las cuales el 41,16% se cultiva en Itapúa, el 16,46% en Canindeyu, el 15,54% en Caazapá, el 9,88% en San Pedro y el 7,17% en Alto Paraná; el resto se distribuye en los departamentos de Concepción, Guará, Caaguazú, Ñeembucu, y Amambay. Este cultivo presentó un rendimiento de 1.312 Kg/Ha con una producción total de 39.862 Tn

El siguiente gráfico demuestra el comportamiento del girasol en los últimos 10 años. Para determinar el comportamiento de este cultivo se extrapolaron los datos para los próximos 10 años.

Como se demuestra en el gráfico la tendencia para los próximos años es positiva lo cual significa que a pesar de las variaciones y de la baja de la producción de este cultivo en los últimos años, su perspectiva de producción es creciente, lo cual indica que la disponibilidad de esta oleaginosa ira en aumento.

El Tung: es un cultivo permanente, las zonas de cultivo se encuentran en su totalidad en la región oriental del Paraguay para el periodo 2000/01 este cultivo ocupo según estimaciones de estadísticas agropecuarias 11.247 has, con 5.267.029 plantas de las cuales 4.941.446 estuvieron en producción. La producción total para ese periodo fue de 45.240 Tn. La mayor zona de cultivo del Tung se encuentra en Itapúa con una producción del 44.800 Tn lo que representa el 99.03% de la producción total, el resto del cultivo se encuentra en los departamentos de Alto Paraná con una producción de 350 Tn (0,77%), Caazapá con una producción de 54 Tn (0,12%), Caaguazú con 13 Tn (0,028%) y Guaira con una producción de 23 tn (0.051%).

El siguiente cuadro ilustra el comportamiento de la producción de Tung en lo últimos 10 años y en el cual también se realiza una extrapolación para determinar la tendencia de este cultivo para los próximos 10 años:

Estas estimaciones para el Tung son un tanto desalentadoras puesto que con la regresión lineal se proyecta que para el año 2005 a 2006 la producción de este cultivo será nula, lo cual con una fuerte reactivación para su utilización como materia prima para el **biodiesel** puede invertir esta estimación.

El coco, es el más versátil, pudiendo proporcionar mas de 70 diferentes productos para

alimentación, bebidas y manufacturados. Su tenor de grasa es extremadamente alto, substituyendo las grasas animales. Es obtenido en áreas silvestres o cultivado en pequeñas fincas, no habiendo mucha experiencia de explotar su cultivo a niveles empresariales, salvo en la zona de Concepción donde existe un cultivo empresarial importante. Por ser una planta típica de zonas tropicales, sujetas a fuerte y constantes tempestades que perjudican el producto y la planta, su producción oscila constantemente y está siendo sustituida por la palma.

Mayores productores: Filipinas, Malasia, Tailandia e India

IX. BIODIESEL COMO CLUSTER

El **biodiesel** podrá funcionar en Paraguay como un cluster, es decir como una cadena productiva y de servicios en donde participaran muchos agentes con esfuerzos cinérgicos, tanto del sector público como privado, cada uno en base a sus funciones específicas. Un cluster es un aglomerado o cadena productiva, liderado por el sector privado con acompañamiento decisivo del sector Público como facilitador y el sector científico como apoyo, para fines de lograr la suficiente competitividad de la cadena.

El cluster de **biodiesel** podrá tener como centro la industria del aceite vegetal y la harina proveniente de la extracción de aceite que podrá servir a su vez como ingrediente para la producción de alimentos balanceados para la producción de leche, huevos, cerdos, etc. Una buena parte de la producción del aceite podrá destinarse a la producción de combustible **biodiesel**.

Un conglomerado es comparable con un cacho de uvas, donde el pabito o nervio central apunta a un producto específico, por ejemplo el **biodiesel** para sustituir por lo menos parcialmente la importación del gasoil.

Cada fruta de uva constituye un agente económico de producción o de prestación de servicio ya sea público, privado o técnico-científico.

Un cluster o aglomerado se desarrolla en torno a un agente económico capaz de transformar, adecuar, exportar el producto final, o sustituir la importación como el caso del gasoil.

Quiénes participan en un cluster del **biodiesel**?

- a. Proveedores de materia prima, ejemplo productores de oleaginosas (coco, tártago, maní, algodón, soja, etc).
- b. Proveedores de aceites vegetales para la producción de **biodiesel**
- c. Proveedores de insumos para la producción de oleaginosas (fertilizantes, plaguicidas:

- si no fuera orgánico, combustibles, semillas de abonos verdes, etc).
- d. Proveedores de maquinarias y equipos agrícolas para la producción de oleaginosas
 - e. Proveedores de insumos industriales para la producción de aceites y **biodiesel** (electricidad, agua, elementos para tratamiento de afluentes, metanol ,etanol, etc)
 - f. Proveedores de maquinarias y equipos industriales ,tanto para la producción de aceites, como de **biodiesel**
 - g. Proveedores de tecnologías
 - h. Servicios de apoyo técnico a productores primarios e industriales
 - i. Distribuidores de combustibles
 - j. Servicios de expendio de combustible
 - k. Importadores y exportadores de combustibles
 - l. Proveedores financieros y de bienes de capital
 - m. Cooperativas
 - n. Bancos
 - o. Centros de investigación
 - p. Productores individuales o organizados
 - q. Transportistas,
 - r. Obreros, etc

• Alianzas Público – Privado – Técnico

Científico para desarrollo de clusters

Sector

Público

Normas y Control

Normas y Control

Apoyo

Sector
Científico
Sector
Privado
Productivo

Producir, ganar

Apoyo

Funciones

Relacionamiento

Ejemplo de algunos clusters posibles para Paraguay:

- a. Aceites y **biodiesel**
- b. Balanceados para alimentos de animales
 - c. Frutas macadamia, citrus, jugos concentrados para la exportación, etc.
- d. Hortalizas (tomate ,locote, brócoli, espárragos, etc)
- e. Almidón de mandioca
 - f. Carnes vacunas, carnes de cerdos, carnes de aves en sus diversas formas
- g. Leche y sus derivados
- h. Yerba mate
- i. Madera y su transformación
- j. La seda del cultivo de mora
- k. El sésamo
- l. El algodón ,etc

X. EL CONSUMO DE ENERGIA EN PARAGUAY

Con datos del gabinete del Viceministerio de Minas y Energía se logro establecer el consumo de energía en el año 2000 para Paraguay:

Cuadro N° 2: Paraguay. Consumo de energía según. Fuentes (en TEP)

FUENTES DE ENERGIA	cantidad en TEP	%
1. Derivados del petróleo	1440,2	35,7
2. Leña	1448,3	35,9
3. Residuos vegetales	617,2	15,3
4. Electricidad	407,5	10,1
5. Carbón vegetal	117,0	2,9
6. alcohol etílico	4,0	0,1
TOTAL en TEP	4034,2	100

Cerca del 36% del consumo de energía proviene del petróleo en Paraguay. Otro 36% aproximadamente se origina de la leña. Un 15 % proviene de residuos vegetales y alrededor de un 10 % de energía eléctrica. Estas cifras se observan en el Cuadro N° 2

XI. VOLUMEN DE IMPORTACIÓN DE PETROLEO CRUDO, DERIVADOS Y ALCOHOLES

El **biodiesel** se destinada a su utilización como combustibles para el sector transporte terrestre, mezclado entre un 20 a 30% con el diesel de origen fósil. A continuación se presenta la cantidad de vehículos que representan el parque automotor para los años 1998 y 2000

Cuadro N° 3 : Paraguay. Cantidad de vehículos según tipo

Años	Total	Autos	Camionetas	Camiones	Ómnibus	Acoplados	Varios	Maquinarias	Indefinidos	Motos
1.998	422.560	240937	116.791	37.046	7.788	2.986	2.884	2.884	7.195	3.731
2.000	490.791	274.186	138.656	42.992	9.467	3.972	3.404	2.966	6.323	8.825

Fuente. Anuario 1.998 y 2.000. Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos

Del total del parque automotor para el año 2000, el 80 % representan a los automotores que utilizan diesel de origen fósil como combustible, es decir a gasoil funcionan cerca de 400 mil vehículos de los cerca de 500 mil que se disponen

La población del Paraguay en los últimos 20 años esta representada en el Cuadro 4

Cuadro N° 4: Paraguay. Población del Paraguay en los últimos 20 años

AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
1980	3.113.698	1991	4.334.186
1981	3.206.948	1992	4.452.800
1982	3.302.991	1993	4.575.660
1983	3.401.911	1994	4.699.855
1984	3.503.793	1995	4.828.476
1985	3.608.726	1996	4.955.237
1986	3.723.225	1997	5.085.328
1987	3.841.357	1998	5.218.832
1988	3.963.240	1999	5.355.843
1989	4.088.990	2000	5.796.450
1990	4.218.732		

Fuente: Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos, 2000

El **biodiesel** puede ser considerado como un productos de primera necesidad, por lo tanto se puede decir que su consumo es proporcional al aumento poblacional, y como se ilustró en el cuadro anterior, hay una fuerte tendencia al crecimiento de la población a lo largo de los años.

Por otro lado Paraguay dispone de los siguientes índices de disponibilidad de vehículos:

- a. Cada 10 personas disponen en Paraguay algun tipo de vehículo o maquinaria motriz .
- b. Casi de cada 20 personas uno tiene un automóvil personal (coche)
- c. Casi de cada 40 personas uno tiene un automóvil camioneta

Actualmente la producción e importación del combustible diesel de origen fósil esta a cargo de PETROPAR (Petróleos del Paraguay). PETROPAR es la única empresa que esta autorizada para la industrialización del petróleo y la importación del mismo.

PETROPAR es una entidad autárquica, creada por el en el año 1.985 (Ley N° 1182), mantiene relaciones con el Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Industria y Comercio. Ejerce el monopolio publico absoluto en cuanto a la producción y el comercio externo del gasoil.

XII. COMPORTAMIENTO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

- Demanda

El diesel es un producto importado en nuestro País. La producción de PETROPAR no satisface todo el mercado por lo tanto tiene que importarse no solo crudo para satisfacer las necesidades internas del país. La causa por la cual la demanda esta insatisfecha es debido a que la capacidad de producción de la planta de destilación atmosférica que posee PETROPAR no es capaz de cubrir toda la demanda debido a que la tecnología utilizada es ya obsoleta

Cuadro N° 5: Paraguay :volumen de importación de diesel fósil desde el año 1990 a 1999 (en metros cúbicos)

Combustible (m ³)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998		1999	
									Petropar	Privados	Petropar	Privados
Gasoil o diesel fósil	301.587	271.250	383.872	521.910	628.049	677.549	688.297	836.755	938.485	0	942.475	0

Fuente: MOPC, Gabinete del Viceministro de Minas y Energía, año 2001

En el cuadro 6 se registran los volúmenes de importación de petróleos y sus derivados, se destaca especialmente la importación de gasoil en el cuadro, con un volumen cerca de 731 mil metro cúbicos.

Cuadro 6: Paraguay. Volumen de importación de petróleos y derivados, y alcohol. (en metros cúbicos)

Fuente: MOPC, Gabinete del Viceministerio de Minas y Energía ,2002

El Cuadro 7 ilustra la cantidad de gasoil o diesel fósil producido por PETROPAR en el periodo 1990 – 1999

Cuadro N° 7: Volumen de gasoil producido por PETROPAR

Años	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gasoil (m ³)	157.898	142.605	164.135	131.903	141.020	105.818	84.574	67.162	68.208	66.411

El consumo total anual entonces sería la suma de la cantidad de gasoil refinado importada más la producción de gasoil como se ilustra en el Cuadro 8

Cuadro 8: Paraguay. Volumen total de producción de **biodiesel**

Volumen Total (m ³)	Años
462,740	1991
556,381	1992
592,602	1993
643,823	1994
829,781	1995
775,739	1996
864,025	1997
901,703	1998
880,577	1999

Más arriba se presenta gráficamente el volumen total de diesel fósil para el periodo 1991-1999, también se presenta la extrapolación del volumen para los próximos 12 años. Según los cálculos de estimación para el año 2012 el volumen de consumición será de **1.341.241,6 m³** de diesel. Cabe destacar que el valor del coeficiente de correlación es de aproximadamente 1, lo cual hace que el método de regresión lineal sea el más preciso, esto es debido al comportamiento de los datos.

Curva de demanda

- Oferta

Evaluando los datos y resultados obtenidos, se puede decir que en este caso la oferta es igual a la demanda debido a que se trata de un producto que es totalmente importado de acuerdo a las necesidades de los consumidores.

XIII. OTROS DATOS MAS SOBRE PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN DE PETROLEOS.

Cuadro N° 9: Consumo final de combustibles líquidos. (miles de t.e.p.)

Cuadro N° 10: Diversos combustibles. En m³

COMBUSTIBLES	I. TOTAL
Naftas	51.434
Gases (de hulla, petróleo, etc.)	27.647
Gas-Oil	187.564
Petróleo crudo	23.958
TOTAL	290.603

Cuadro N° 11: Potencia mundial de producción de aceites vegetales

USOS DE SUELO	SUPERFICIE en mil millones de has	En %
superficie agrícola total	13	100
de los cuales:		
a. Para cultivos agrícolas */	1,4	10,8
b. Praderas permanentes	3,4	26,2
c. Bosques y forestación	4	30,8
d. Otros tipos de tierra	4,2	32,3
*/ puede eventualmente ser parcialmente utilizado para la producción de oleaginosas		
FUENTE: bp,Statistical	Review of Word Energy,2000	
POTENCIAL MUNDIAL PARA USO DE OLEAGINOS	SUPERFICIE (millones de has)%
1. África	900	29,9
2. Asia	750	24,9
3. América del Norte	360	12,0
4. América del Sur	490	16,3
5. Europa	80	2,7
6. Oceanía	430	14,3
TOTAL	3010	100

FUENTE: bp,Statistical Review of Word Energy,2000

Cuadro N° 12: Consumo de energía según Fuentes

FUENTE DE ENERGIA	año	año	año	año
	1973	2000	1973	2000
	%	%	EJ	EJ
1. Energía mineral y petrolera	49,1	39,9	114,2	145,1
2. Energía gas natural	18,7	23,2	43,5	84,4
3. Energía de origen hídrico	29,3	27	68,2	98,2
4. Energía de carbono mineral	2,1	2,7	4,9	9,8
5. Energía atómico	0,8	7,2	1,9	26,2
TOTAL	100	100	232,6	363,6

Fuente: BP, Statistical Review of World Energy, 2001

Cuadro N° 13: Consumo de energía según grupos de países

GRUPOS DE PAISES	1973	2000
DESARROLLADOS (OECD)	61,1	58,2
EN DESARROLLO	17	28,3
EUROPA ORIENTAL	21,9	13,5
TOTAL	100	100

Fuente: BP, Statistical Review of World Energy, 2001

XIV. CONCLUSIONES

El **biodiesel** se una alternativa interesante para el país, dado su gran potencial productivo, casi se puede afirmar que muchos países pobres, como el caso de Paraguay, quizás no tienen mineral energético subterráneo como “petróleo” pero si lo tienen o lo pueden tener sobre la superficie de la tierra, es decir a través del cultivo de oleaginosas y su transformación, el **biodiesel**. La utilización del **biodiesel** depende más de su viabilidad económica que de su viabilidad técnica. Es necesario monitorear permanentemente el alcance de los precios del petróleo, versus el comportamiento de los precios de los aceites. Se deben decidir próximamente sobre las normas técnicas tanto de producción como de comercialización del **biodiesel** y se requiere un Estado que facilite la producción y la comercialización del **biodiesel** y nunca un estado que trabaje, dado el contexto positivo en el marco social y ambiental del **biodiesel**.

Anexo 1

EL BIODIESEL

Preparado por : Ronaldo Dietze.

INTRODUCCIÓN

El **biodiesel** es un combustible producido a través de un aceite vegetal, cualquiera, como aceite de soja, de girasol, de canola, tártago, de coco, y de maní, etc. También se puede utilizar grasas de animales y aceites usados.

Los aceites vegetales son **esteres – glicéridos**, los mismos pueden transformarse en otros tipos de esteres, constituyéndose en alcohol inicial (glicerol), para pasar luego a otros alcoholes más simples como metanol o etanol. La reacción química que se produce se denomina “**TRANSESTERIFICACION**”.

Existen varios procedimientos para realizar el proceso, siendo algunos más efectivos que otros.

Los equipos requeridos para el efecto difieren según la escala de producción, pudiendo hacerse la operación con tecnología artesanal, en equipos simples y a bajos costos, o utilizar equipos de producción más sofisticados, que trabajan en forma continua. Un equipo moderno y sofisticado, con capacidad de producir 40 mil toneladas de combustible por año, cuestan alrededor de 2,5 millones de dólares.

Para que el combustible **biodiesel** sea exitoso debe reunir los siguiente requisitos:

- Que los motores no tengan que sufrir modificaciones importantes
- Que la potencia y el consumo no sea sustancialmente afectado
- Que su uso, a largo plazo, no tenga efectos indeseables
- Que llegue al consumidor a precios competitivos
- Que se puede distribuir con las instalaciones hoy existentes, sin causar sobrecostos.

Una posibilidad conocida es la mezcla de 80 % de combustible diesel y 20 % de **biodiesel**.

El 90 % del costo del **biodiesel** esta dado por el costo de la materia prima es decir del aceite, así que la viabilidad económica-financiera depende básicamente del costo de la materia prima, es decir del aceite vegetal.

El **biodiesel** es una alternativa ambientalmente importante, cuyo uso equilibra la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera, dado que la planta de Oleaginosas captura este gas de efecto invernadero (GEI), lo convierte a biomasa, que de tratarse de vegetales de ciclo corto (ciclo anual), liberan nuevamente a la atmósfera, a través de la quema del aceite (**biodiesel**) y la descomposición natural de la materia orgánica, hojas, tallos, raíces, etc. La quema de combustible fósil (diesel), sin embargo origina un 100% de adicionalidad de bióxido de carbono del subsuelo, que se ha acumula a través de millones de años, y se quema con la utilización, lo cual constituye una de las principales causas del cambio climático, debido que este constituye un Gas de Efecto Invernadero.

Países como Alemania, Estados Unidos, Japón y otros utilizan el **biodiesel**. Especialmente por sus ventajas ambientales.

ALGUNAS VENTAJAS DEL BIODIESEL

Económicamente ahorra divisas, genera empleo, constituye una fuente de ingresos para el área rural.

Socialmente distribuye los ingresos al generar mas empleo directo e indirecto, a través de la venta en los serví centros, generación de fuente de trabajo tanto en los cultivos de oleaginosas como en la industria que procesa el aceite vegetal.

Ambientalmente reduce Los Gases de Efecto Invernadero, que atenta seriamente contra el cambio climático.

ROL DE LA MUNICIPALIDAD DE ASUNCIÓN Y DE LAS OTRAS MUNICIPALIDADES.

La municipalidad de Asunción podrá asumir los siguientes compromisos en relación del Biodiesel:

- Promocionar su uso sobre la base de su ventaja económica, social y ambiental.
- Capacitar y Concienciar a la población, principalmente urbana sobre las ventajas del uso del **biodiesel**.
- Implementar “como pionero” el uso de **biodiesel** (mezcla del 20 %) en todos los vehículos de propiedad de la municipalidad.
- Celebrar acuerdos con las Cooperativas Agrícolas (Colonias Unidas o UNICOOP que integran las siguientes cooperativas de producción agropecuaria: Naranjal, Cooperativa Naranjito, Cooperativa Unión Kurupayty, Cooperativa Colonias Unidas, Cooperativa Pindo, Coop. Santa Maria, Cooperativa Raúl Peña. Coop, Iguazú.) para que inviertan en una planta industrial para la producción de **biodiesel**, en el acuerdo se podrá asegurar que la Municipalidad de Asunción (y otras Municipalidades) utilizaran el **biodiesel** con su flota de vehículos.
- Dar inicialmente algunos incentivos a surtidores que venden **biodiesel** (mezcla al 20 %. Ej. Exonerando algunas tasas o asegurando que los vehículos de la Municipalidad se surtirán obligatoriamente con **biodiesel**).
- Promoción al transporte público el uso de **biodiesel** (colectivos, taxis, etc.)
- Hacer un levantamiento de datos de la flota de vehículos de la Municipalidad, su consumo de combustible, etc.
- Invitar Oficialmente a la Universidad de HOHENHEIM de la Republica Federa de Alemania por su vasta experiencia en **biodiesel** para dar conferencia sin costo en Paraguay sobre este particular, a interesados.
- Invitarle a una charla al Ing. Químico Carlos Boetner y al Vise, Ministro de Energía del MOPC, para dar charla y asesorar en el tema de **BIODIESEL**.

JUSTIFICACIÓN

Asunción es una de las ciudades considerada de alta contaminación debido a:

- Sus vehículos viejos (usados de Iquique)

- Poco dinero que se destinan los propietarios a un mantenimiento adecuado en técnica u a tiempo, lo que podría reducir la concentración de GEI.
- Por el deficiente servicio público muchas personas optan por el uso de un vehículo personal y no los medios de transporte público.
- No existe un respeto por un horario de salida estricto de los colectivos. Mas bien salen juntos y semivacíos, especialmente en horas no picos.

Por todo esto se justifica incursionar en esta fuente alternativa de energía, cuya tecnología es plenamente conocida y no requiere cambios mecánicos en los vehículos. No hay limitaciones naturales y técnicas para la producción de oleaginosas, de hecho se produce mas de 3 millones de toneladas de soja, sin contar las otras plantas de aceite. Las Cooperativas del Chaco, también se manifiestan interesados en la producción de **biodiesel** en base principalmente al maní.

En toda los casos cuando se incentivan los “clusters” de balanceados, esto favorecerá la producción del **biodiesel**, asimismo cualquier subida del petróleo también favorecerá la producción de esta fuente de energía alternativa.

El coco Mbocaya, es una alternativa interesante de producción de **biodiesel** por ser un aceite bien barato y tiene como ventaja que es un rubro que cosecha el pequeño productor.

Otra alternativa importante es la semilla de algodón como fuente de combustible para mezclarlo con el diesel fósil.

LIMITACIONES

Todavía no hay producción comercial de **biodiesel** en el país, a pesar del gran potencial existente y del interés de las cooperativas, arriba mencionadas en la producción de este combustible tan importante para nuestra economía.

Anexo 2

II. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA POSIBILIDAD DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

El Paraguay importa 1,0 millón de m³. de gas oil, lo que, incluyendo al flete, se sitúa muy cerca de 200 millones US\$/año de importaciones, con tendencia a aumentar (a 200 US\$/m³, CIF Paraguay), al mismo tiempo, existe una gran producción de vegetales oleaginosas en el país que pueden ser convertidas en la industria de aceite y sus derivados. Si bien existen varias fabricas de aceites actualmente en el país pero estas están paradas básicamente por su tecnología obsoletas que no le permite operar competitivamente por sus elevados costos de producción. Estas industrias tienen pocas posibilidades de ser reactivadas por su tecnología obsoleta. El aceite de soja en la década del 90 era relativamente bajo en su cotización en los mercados internacionales (en torno a 280 US\$/tn, FOB Paraguay). En épocas muy reciente el aceite de soja y la soja en granos ha recibido repuntes de precios internacionales.

La tendencia de los bajos precios del aceite vegetal en el pasado y la tendencia de subidas futuras de los precios del petróleo y sus derivados, crean las condiciones objetivas para la factibilidad de la conversión de parte del aceite vegetal a “**biodiesel**”. Al mismo tiempo, el nuevo contexto mundial, que prioriza lo ambiental, favorece aún más un ambicioso y sólido plan para sustituir el gas oil por **biodiesel**, como ya se plantea en otros países con incluso menos condiciones objetivas (como Alemania y Europa), o igualmente adecuados, como Argentina. En caso de Europa, por disponer clima templado la producción de vegetales oleaginosas llegan pronto a su limite, sus costos de producción son elevados dado los altos costos de la tierra y de la mano de obra,. No se podría pensar en destinar aceites de oliva y de colza, ambos muy de buena para la alimentación humana dado su excelente sabor, cualidades de digestión, libres de colesterol, etc. Los países industriales tienen la tecnología adecuada para la producción de **biodiesel**, pero no cuentan con la capacidad de producir oleaginosas competitivamente. Existe una gran probabilidad de que estos países no subsidien aceites de colza y de oliva para fines de combustible o fuentes de energía, lo más probable es que lo harían para la alimentación humana.

A nivel mundial existe financiamiento a fondo perdido, o muy “blando”, para proyectos ambientales, como es la sustitución de gas oil por **biodiesel**; lo más importante es que, con la ratificación del Protocolo de Kyoto a nivel mundial (2001), han entrado en vigencia los “certificados de carbono”. Es decir, se puede vender en el mercado internacional el carbono que se fija en la producción de un aceite vegetal que sustituya al gas oil y los gases de efecto invernadero que no se emiten, lo que le da una rentabilidad adicional al **biodiesel**, algo impensable hasta hace algunos pocos años atrás.

El **biodiesel** obtenido por supuesto de vegetales oleaginosas es definido como recurso

renovable, es decir el **biodiesel** en el proceso de combustión de motores, emite CO₂, al igual que el diesel fósil, sin embargo los gases (Gases de Efecto Invernadero, GEI) como el CO₂ son nuevamente capturados de la atmósfera a través de los vegetales oleaginosos que se siembran anualmente, es decir es una fuente de energía renovable y por lo tanto no aumenta la concentración en la atmósfera como lo hacen las fuentes de energía fósil como el gas oil.

En el país, están paradas varias industrias productoras de aceite vegetal por su obsolescencia y su inadecuada ubicación geográfica, lejos de la fuente de materia prima por lo que cuentan con un costo de transporte muy elevado que sumado a sus costos de producción altos por la obsolescencia, estas industrias quedarán desplazadas indefectiblemente en el futuro próximo. La baja cotización del aceite vegetal (el insumo principal para producir **biodiesel**) es un hecho favorable para esta producción de **biodiesel**. Por ahora el aceite ha aumentado en su cotización internacional, pero es de esperar que la relación del precio de los aceites disminuyan por lo menos en relación al petróleo. El petróleo por ser una fuente de energía “no renovable” su existencia va año tras año disminuyendo y al reducirse la oferta y ante una demanda creciente es de esperar que habrá un incremento de los precios del petróleo en el futuro.

El hecho que el Paraguay es un país mediterráneo y que el gas oil cuesta más en nuestro país (por razones de flete), al mismo tiempo que la cotización del aceite de soja es más baja (también por el flete) en el Paraguay, es otro hecho objetivo que ayuda a la factibilidad de la producción de **biodiesel** a partir de aceite vegetal.

Los productores agrícolas son relativamente grandes consumidores de diesel fósil, en sus tractores, maquinas agrícolas, camiones de transporte, etc. Por un lado se paga un flete costoso para llevar la soja en granos desde las chacras a los silos, desde los silos a los puertos de embarque y el petróleo fósil a su vez tiene un costo de transporte desde PETROPAR (Villa Elisa) hacia las zonas de producción, este doble costo de flete es un argumento importante para transformar el grano de soja a aceite, el aceite vegetal a **biodiesel** por lo menos para uso de los productores para sus actividades agrícolas y su transporte. Se trata de producir en el futuro **biodiesel** por lo menos para las cooperativas y sus socios miembros de UNICOOP.

El **biodiesel** se puede consumir (a) en un 100%, sin mezcla, y (b) en mezcla con el gas oil, en 5% a 20%. En áreas productoras de soja, por ejemplo, es probable que lo más conveniente sea utilizar el **biodiesel** al 100%, pues con ello se evita el doble flete, consistente en traer gas oil hasta las áreas productivas, y llevar soja o aceite de soja a los mercados. En cambio, en áreas urbanas, se puede pensar en una sustitución del gas oil en un 5%, para aditivarlo, y darle mayor número cetano, o bien llegar hasta un 20% de sustitución. Si se sustituyera (a) un 10% del consumo en un 100% y (b) un 90% del consumo en un 20%, se tendría una sustitución global del 28%, es decir, de nada menos que 280 millones de litros/año, por unos 70 millones US\$/año de facturación,

aproximadamente.

Se propone producir **biodiesel** en la misma zona donde se produce soja, utilizando a esta oleaginosa como materia prima. De la refinación del propio aceite de soja, se puede obtener **biodiesel**, glicerina y sulfato de potasio (fertilizante). El **biodiesel** así producido se utilizará en siembra, la cosecha y el transporte de los granos de soja, hasta los silos y plantas procesadoras. Al mismo tiempo, se utilizará en el transporte del propio **biodiesel** y otros usos, produciéndose una sustitución total del gas oil en la producción y el transporte de la zona, con ello se obtiene un significativo ahorro de costos y energético en el flete, que se reduce (ya no hará falta traer gas oil desde lejanos puntos del planeta, o Villa Elisa, hasta la zona productora de soja), todo esto hace una estructura productiva mas eficiente. Este ahorro energético y de costos es una notoria ventaja en relación a la producción de alcohol carburante, que no eliminaba al gas oil y que generaba un doble flete: del gas oil y del alcohol, a los alejados centros de consumo.

En la ciudad, la sustitución del gas oil traerá importantes ventajas ambientales, dada la mucho menor emisión de gases contaminantes y cancerígenos (Gases de Efecto Invernadero GEI), provenientes de la combustión del gas oil. Puede pensarse incluso, en la sustitución del 100% del gas oil en el transporte público, por ejemplo, a fin de reducir la contaminación urbana. Este sería un proyecto que tendría un fácil financiamiento, “blando”, dadas las implicancias ambientales; es interesante también utilizar el **biodiesel** como aditivo del gas oil, dado el mayor número cetano que posee, para los vehículos particulares, con lo cual se sustituye parcialmente al gas oil y se lo aditiva al mismo tiempo. En este caso también se reduce la contaminación.

Para producir **biodiesel** se utiliza cualquier aceite vegetal (100%) y metanol (12,5%) fundamentalmente, se le agregan también hidróxido de potasio y ácido sulfúrico, en pequeñas proporciones., se recomienda agregar sulfato de K, y no de sodio, pues el subproducto que resulta (sulfato de K) es un fertilizante, más valioso y apropiado para áreas productoras; eventualmente, se puede utilizar hidróxido de sodio, en cuyo caso el subproducto que se obtiene es materia prima para la industria del jabón.

Como resultado de la fabricación de **biodiesel**, de este se obtiene 0.985 litro, por cada litro de aceite de soja empleado, además se obtiene glicerina (10.5%) y sulfato de potasio (2.5%) registrándose una merma (o diferencia) de 4% en relación a la cantidad de materias primas e insumos empleados.

Una planta que pueda producir 20000 tn. de biodiesel por año (22 millones de litros), costaría 2.5 millones US\$, a costos actuales y trabajando la planta industrial al 100%, se podría obtener un beneficio de 1.1 millones de US\$/año. A 1440 Gs./litro se obtendría un ingreso bruto de 6.9 millones de dólares/año, en materia de biodiesel, y 1.2 millones de

US\$ por venta de glicerina y sulfato de K. Los costos totales a precios actuales serían de 7 millones de US\$, el beneficio bruto entonces sería de 1.1 millones US\$/año.

Sin contar con la venta de “certificados de carbono”, ni créditos “blandos”, una planta que operara así, a precios actuales, permitiría obtener una TIR de 45%/año; con un bajo precio de certificados de carbono (3US\$/tn), la TIR subiría a 48%. Para el cálculo del TIR se incluyeron intereses comerciales que, con un crédito “blando” podrían ser mucho menores (o hasta inexistente). La TIR sería aún mejor; sin embargo, debe tenerse cuidado con dos aspectos: (1) la utilización de la capacidad instalada en un 100%, lo que no siempre es factible, y (2) las cotizaciones del aceite de soja y del gas oil.

Si la planta productora de biodiesel opera al 100% de su capacidad (22 millones de litros/año), se obtendrá un beneficio bruto de 1.13 millones US\$, lo que permitirá amortizar la inversión (de 2.5 millones US\$) en poco más de dos años, trabajando al 50%, sus beneficios brutos bajan drásticamente, pero aún se mantiene positivos, en 310 mil US\$/año y, si tal fuera el desempeño de la planta, la inversión se pagará en 8 años, plazo razonable. En cambio, si opera a tan sólo un 25% de su capacidad, en vez de beneficios se producirán pérdidas de algo más de 100 mil US\$/año.

Si a la factibilidad, de por sí buena, de una planta de biodiesel (operando al 100%, o incluso hasta el 50% de su capacidad), . En muchos casos, el expeller o la harina de soja es mucho más rentable que el aceite, por lo que la utilización de este para producir biodiesel es una complementación importante para la fábrica de aceite. Algo similar se puede decir de plantas de aceite con otras materias primas (con coco), cuyo residuo también se utiliza como balanceado y combustible (carozo, cascarilla).

Si la cotización del aceite de soja (FOB, planta industrial), o vegetal en general, sube, los beneficios de una planta de biodiesel bajan (pues utiliza una materia prima, el aceite, más cara), al contrario, si baja la cotización internacional del aceite vegetal, los beneficios de la planta de biodiesel suben; así, para una cotización del aceite 10% superior que la actual, 308 US\$/tn FOB planta aceitera, los beneficios de la planta de biodiesel serán de 570 mil US\$/año, en tanto que si su cotización baja un 10%, a 252 US\$/tn, los beneficios de la planta de biodiesel suben a 1.69 millones de US\$ al año. Si la planta de biodiesel opera al 50% de su capacidad, se presenta el mismo fenómeno de la influencia de la cotización del aceite de soja en sus beneficios., así, si la cotización del aceite de soja sube a 308 US\$/tn FOB fábrica (10% más que ahora), el beneficio de la planta de biodiesel se reduce tan sólo a 25 mil US\$/año, en cambio, si la cotización del aceite de soja baja a 252 US\$/tn (manteniéndose las demás variables, particularmente el precio del gas oil, inalterable), los beneficios de la planta biodiesel suben a 585 mil US\$/año.

Los resultados de la planta de biodiesel, si opera al 50% de su capacidad, mejoran

ligeramente con certificados de carbono, hay que indicar que se consideró una cotización reducida del carbono (3 US\$/tn), la que puede ser significativamente mayor y, en tal caso, el mejoramiento de los beneficios de la planta será mayor, lo trascendente es que se trata de una inyección positiva, mayor o menor, según cómo se negocien tales certificados de carbono.

Si el precio de venta al público del gas oil sube en un 10% (1694 Gs./lt), manteniéndose constante todas las demás variables (dólar, cotización del aceite de soja), lo que equivale a decir que la cotización del petróleo crudo aumente en relación al precio del aceite de soja en un 10% en el mercado internacional, una planta de biodiesel tendrá beneficios de 1.87 millones US\$/año, trabajando al 100%. En cambio, si los precios del petróleo se deprecian en un 10% respecto al aceite de soja, la planta reducirá sus beneficios anuales a 390 mil US\$.

Operando al 50% de su capacidad, si el precio de venta al público del gas oil sube en un 10% (1694 Gs/lt), manteniéndose constante todas las demás variable (dólar, cotización del aceite de soja), lo que equivale a decir que la cotización del petróleo crudo aumente en relación al precio dela aceite de soja en un 10% deben el mercado internacional, una `planta de biodiesel tendrá beneficios de 674 mil US\$/año, a la cotización actual, el beneficio será de 305 mil US\$; si los precios del petróleo bajan 10%, la planta presentará ligeras pérdidas de 64 mil US\$/año.

Lo más importante es la reducción del uso de energías fósiles no renovables. La planta que se proyecta permitiría ahorra 20000 tn/año de gas oil, es decir, aproximadamente el 2% de las importaciones nacionales de gas oil. Habría un consecuente ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero (unas 22.000 tn de carbono que no irían a la atmósfera). Además, el gas oil es un fuerte contaminante, tanto del suelo (si hay pérdidas) como de la atmósfera. El biodiesel, en cambio, carece de elementos nocivos para la naturaleza, como el azufre. Se puede tener un producción 100% ambiental, lo que podría dar lugar a un mejor precio de la soja y el aceite vegetal así producido.

El Paraguay se ahorraría la importación de 20.000 tn de gas oil/año, a una cotización de 200 US\$/tn, ello implica el ahorro de 4 millones US\$/año de divisas, que quedan en el país en forma de valor agregado. al mismo tiempo, pasará a operar una fábrica de biodiesel, de 2.5 millones US\$ de inversión, generándose algunas decenas de puestos de trabajo directos e indirectos, con aporte de impuestos y a la seguridad social, más importante aún es el hecho que volverá a operar una planta parada de aceite vegetal, con decenas, si no centenas, de puestos de trabajo. Además se generarán nuevos puestos de trabajo en la agricultura (soja, girasol, maní, etc), que puede ser muy numerosos, según cuál sea la materia prima empleada.

El consumo de biodiesel tendrá un combustible 40 Gs/litro más barato que el gas oil, sobre la base de 22 millones de litros de gas oil que se podrían sustituir con la planta tipo de biodiesel que se analiza, se tendría un ahorro de 880 millones de Gs. A favor del consumidor o productor, sin embargo, la mayor utilidad sería una producción enteramente ambiental (para el productor), lo que permitiría un mejor precio de la producción, que ya no se produciría con gas oil, sino con biodiesel. El consumidor tendría un medio ambiente mucho más limpio, por lo que ganaría en más salud, al mismo precio o incluso un precio algo menor (40 Gs/litro más barato).

Anexo3

III. EL SECTOR DE PRODUCCIÓN DE SOJA

A. EL ORIGEN Y LA HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN DE SOJA

La soja (*Glycine Max L, Merrill*), es nativa de Asia Oriental. Fue introducida al Paraguay por Pedro N. Ciancio, alrededor de 1921. La expansión de su cultivo como rubro de producción agrícola recién se produjo a inicios de la década del 60, intensificándose a partir de 1968, concurrentemente con el inicio del Programa Nacional de Trigo. En el año 1966 el Gobierno decide impulsar la producción de trigo, destinando recursos y apoyo técnico en condiciones favorables. A consecuencia de ello los productores encontraron que el cultivo de soja combinaba perfectamente con el cultivo del trigo e iniciaron desde entonces esta expansión del área cultivada. En la década del 60 su principal finalidad era destinar la semilla de soja para producir alimentos para consumo humano (aceite, harina para alimentos balanceados para animales, leche, etc.). La mayor parte de la semilla producida se destinaba como materia prima a las industrias aceiteras, y a partir del año 1967 se inicia la exportación de granos, atendiendo a la creciente demanda del mercado externo.

En el año 1962, el área de cultivo era de apenas 1.800 hectáreas, con una producción total de 2.900 toneladas. Diez años después, en 1971, la superficie cultivada subió a 36.500 has. con una producción total de 74.000 toneladas. En la actualidad existen más de 1.300.000 has cultivadas y con una producción de más de 3 millones de toneladas. Desde el año 1972 la producción de soja adquiere un ritmo de crecimiento muy dinámico, llegando ya a 220.000 toneladas en 1975, a 377.000 toneladas en 1977 y 549.000 toneladas en 1979. En la década del 80 sigue el crecimiento acelerado, con volúmenes de producción que llegan a 850.000 toneladas en el año 1983, 1.1 millones de toneladas en el año 1985 y 1.400.000 toneladas en 1988. En el año siguiente se sitúa en 1,6 millones de toneladas y en 1990 alcanza 1,8 millones de toneladas.

La expansión del cultivo de soja ha sido un elemento muy importante por su alto ritmo de crecimiento alcanzado dentro de la producción agrícola en la década del 70 y 80. Hay

que apuntar que en su mayor parte, el aumento de la producción se debió a la expansión de la frontera agrícola. La soja corresponde a una opción para medianos y grandes productores en términos relativos dado que es un cultivo competitivo solo a través de la mecanización.

B. EVOLUCION DE LA PRODUCCIÓN

Según las cifras del Censo Agropecuario de 1991, existen unos 26.720 productores de soja en el país. Clasificados por tamaño, el 31 % corresponde a explotaciones entre 10 a 20 hectáreas de cultivo, el 27 % a las fincas que tienen entre 20 a menos de 50 hectáreas. El 9 % a las explotaciones entre 50 a menos de 100 hectáreas y el 5 % a las explotaciones entre 100 a menos de 500 hectáreas. Entre los más pequeños, el 17 % aproximadamente de las fincas tenían entre 5 a menos de 10 hectáreas de tierra.

Estas 26.720 explotaciones miradas desde el punto de vista de la superficie sembrada en el año agrícola 1990/91, están agrupadas en la siguiente forma: cada uno de los rangos, de 20 a menos de 50, de 50 a menos de 100, y de 100 a menos de 200 hectáreas, tienen alrededor del 15 % de la superficie sembrada. Las fincas entre 200 y 500 hectáreas tienen el 19 %. Los dos siguientes rangos: de 50 a menos de 100 hectáreas y de 1000 a menos de 5000 hectáreas concentraron en el año 1991, según este último censo, el 9% de la superficie sembrada y el rango mayor de 5000 has de superficie de tierra disponen del 8% de la superficie de la tierra.

Esto demuestra que la producción de soja según el Censo 1991 se desenvuelve preferentemente en fincas medianas de naturaleza empresarial, con tecnología mecanizada como son los socios de las cooperativas.

Esta situación habría cambiado actualmente, lamentablemente por falta de recursos financieros no se ha podido levantar el Censo Agropecuario en el año 2001 que sería útil para determinar como ha ido cambiado la estructura de la producción de la soja.

Existe una alta probabilidad de que se levante el nuevo censo agropecuario en el año 2003, con la cooperación técnica de la Unión Europea dentro de un programa de apoyo a la reestructuración del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Este programa de cooperación de la Unión Europea (UE) cuenta con la participación de la ONPEC (Oficina Nacional para la Estrategia de la Competitividad) y el apoyo de los siete gremios de producción más importantes del país (FECOPROD, CAPECO, ARP, SNA, FEPAMA, CAP, Asociación de productores de soja).

Cuadro: B. 1: Paraguay. Evolución de la producción de soja. periodo 1971 – 2002, (En miles de Has. y miles de Ton.)

Año	Superficie	Producción	Año	Superficie	Producción	Año	Superficie	Produc.
1970/71	54,6	75,30	1981/82	532,8	756,609	1992/93	635,0	1.793,5
1971/72	75,8	97,10	1982/83	649,7	849,733	1993/94	694,1	1.795,8
1972/73	81,4	122,60	1983/84	678,9	975,404	1994/95	735,5	2.212,1
1973/74	127,3	181,30	1984/85	746,8	1.172,47	1995/96	833,0	2.394,8
1974/75	150,20	220,10	1985/86	717,90	662,20	1996/97	939,6	2.670,0
1975/76	173,40	283,50	1986/87	679,30	1.178,50	1997/98	1086,0	2.855,7
1976/77	228,80	376,90	1987/88	778,70	1.407,30	1998/99	1165,7	3.053,0
1977/78	272,20	333,10	1988/89	860,00	1.614,50	1999/00	1176,5	2.980,1
1978/79	360,30	549,20	1989/90	907,00	1.794,62	2000/01	1188(*)	3.207,6
1979/80	357,10	573,90	1990/91	552,70	1.032,68	2001/02	1220,00(*)	3.172,0
1980/81	396,90	769,20	1991/92	594,80	1.192,07			
Tasa de crecimien	1,219	1,262		1,011	1,047		1,0752	1,0654
Tasa de Crecimiento anual acumulativo			Superficie			Producción		
Entre los años 1971 y el año 2,002			1,1054			1,1282		

Fuente: 1. Encuesta Agropecuaria por muestreo. MAG

2. Censo Agropecuario Nacional 1991

1. Estadísticas Agropecuarias 2001 – MAG – DCEA

*. Estimado

En el cuadro precedente, aparece la superficie y el volumen de producción de soja entre el periodo 1971 – 2002. En el año 1970/71, la superficie cultivada fue apenas de 54.600 hectáreas, esta superficie se incrementó a más de 1.200 hectáreas para el año 2.002.

En la base del cuadro aparecen los índices de crecimiento anual acumulativo por periodos, tanto de la superficie como del volumen de producción. Durante el periodo 1970/71 a 1980/81 la tasa de crecimiento de la superficie fue 21.9 % y del volumen de producción 26.2 %. El crecimiento de la superficie en la década siguiente fue de 1.1 % y el volumen 4.7 %. En el periodo comprendido entre los años 1990/91 y 2001/02, la superficie de cultivo manifestó un crecimiento anual acumulativo de 7.5 % y el volumen de producción de 10.7% anual . Durante los 30 años, el crecimiento de la superficie de soja fue de 10.6 % anual acumulativo y el volumen de producción de 12.8%. En ambos casos, se observa que el crecimiento de la superficie y el volumen de producción ha sido varias veces superior que el crecimiento de la población paraguaya (2.7% anual acumulativo).

Finalmente cabe destacar que el volumen de producción creció a tasas mayores que la superficie, esto debido a la aplicación de avances tecnológicos, sean estos de carácter genético o químico-mecánico. La siembra directa, sin dudas jugó un papel importante en el incremento de la productividad de la soja.

Cuadro: B. 2. Mercosur: superficie cosechada. (*miles de hectáreas por año*)

PAISES	1.970	1.980	1.985	1.986	1.987	1.988	1.989	1.990	1.991
Argentina	26	2.030	3.269	3.316	3.533	4.373	3.903	4.985	4.865
Brasil	1.319	8.774	10.153	9.182	9.134	10.520	12.221	11.481	9.519
Paraguay	28	475	719	539	674	766	851	1.000	700
Uruguay	1	40	15	20	35	46	66	40	33
Total	1.374	11.319	14.156	13.057	13.376	15.705	17.041	17.506	15.117

Cuadro: B. 3. Mundo. producción mundial de soja, (*millones tn. y %*)

PAISES	99/00	00/01	2001/02	99/00	00/01	2001/02
		Toneladas			%	
E.E.U.U.	72,22	75,06	78,67	45,2	42,9	42,7
Argentina	21	27,1	28,93	13,1	15,5	15,7
Brasil	34,15	38,9	42,91	21,4	22,2	23,3
Paraguay	2,8	3,4	3,67	1,8	1,9	2,0
MERCOSUR	57,95	69,4	75,51	36,2	39,7	41,0
Bolivia	1,6	1,31	1,45	1,0	0,7	0,8
Canadá	2,78	2,7	1,6	1,7	1,5	0,9
Unión Europea	1,15	1,04	1,24	0,7	0,6	0,7
Ex URSS	0,38	0,41	0,4	0,2	0,2	0,2
China	14,29	15,4	15,45	8,9	8,8	8,4
India	5,2	5,25	5,6	3,3	3,0	3,0
Indonesia	1,3	1,15	1,2	0,8	0,7	0,7
Otros	3,04	3,22	2,95	1,9	1,8	1,6
Total	159,91	174,94	184,07	100,0	100,0	100,0

Como se observa en el cuadro precedente Estados Unidos es el mayor productor de soja del mundo, con una participación de casi el 43% en la producción mundial, equivalente a 78.8 millones de toneladas en el año 2001/02

MERCOSUR en su conjunto tiene una producción muy similar a los Estados Unidos con 41% en los dos últimos años, Brasil, produce el 23% de la producción mundial, equivalente a 42,9 millones de toneladas en el año 2001/02, Argentina el 16%, equivalente a 28.9 millones de toneladas, China 8.4%, equivalente a 15.4 millones de toneladas en el año 2001/02 y Paraguay participa con el 2% de la producción mundial, equivalente a 3.6 millones de toneladas.

Según se observa en los cuadros precedentes, casi todos los países productores de soja han aumentado su producción en los últimos años.

Cuadro B. 4: Mundo. producción total mundial de soja

AÑO	MILES DE HECTÁREAS	MILES DE TONELADAS	RINDE (TN/HA)
1994/95	62688	137716	2,2
1995/96	61689	124957	2,03
1996/97	63146	131620	2,08
1997/98	69637	155600	2,23
1998/99	69846	156031	2,23

Fuente: CAPECO: Situación del Sector de Cereales y oleaginosas. 1999

Por otro lado la producción total de soja mundial pasó de 137.7 millones de toneladas y 62.6 millones de hectáreas en el año 1994/95, a 156 millones de toneladas y 69.8 millones de hectáreas en el año 1998/99. Como se observa en el cuadro anterior, la tasa anual de crecimiento de la producción mundial de soja se incrementa en más de 3.2% anual, tasa considerablemente mayor que el crecimiento promedio de la población mundial (1.2%).

La productividad mundial de la soja es relativamente buena con un rendimiento en todos los años por encima de 2 tn. por hectárea.

Cuadro: B.5 Principales productores de soja y su respectiva participación.

PRINCIPALES PRODUCTORES	Estimación Millones de Toneladas	%
Estados Unidos	80,2	51,4
Brasil	31,5	20,1
Argentina	16,7	10,7
China	14,2	9,1
India	5,3	3,4
Paraguay	3,1	2
Total Otros	5,0	3,2
Oferta 98/99	156,0	100,00

Fuente: CAPECO: Situación del Sector de Cereales y oleaginosas. 1999

La producción mundial de soja asciende las casi 70 millones de hectáreas y con una producción de 156 millones de toneladas. Los rendimientos mundiales promedios de soja oscilan alrededor de 2.2 Ton/há.

La participación porcentual de Paraguay en la producción mundial de soja es del 2%, mientras que Argentina es de 10.7%, Brasil 20.1%, China 9.1% y EEUU 51.4% en el año 1999.

Cuadro: B.6. Superficie cultivada, producción y rendimiento de la soja en países del MERCOSUR y Bolivia.

	1995	1996	1997	1998	1999
SUPERFICIE CULTIVADA					(*)
Paraguay Miles Ha.	923	1.003	1.066	1.132	1.196
Brasil Miles Ha.	11.550	10.900	11.800	13.100	12.800
Argentina Miles Ha.	6.075	6.668	7.066	7.209	7.521
Bolivia Miles Ha.	317	422	463	528	560
SUB TOTAL:	18.865	18.993	20.395	21.969	22.077
TONELADAS COSECHADAS					(*)
Paraguay Millones Tn.	2.307	2.408	2.771	3.000	3.000
Brasil Millones Tn.	26.068	23.871	26.500	31.200	30.000
Argentina Millones Tn.	12.500	12.380	11.200	18.732	16.400
Bolivia Millones Tn.	710	887	886	1.038	1.150
SUB TOTAL:	41.585	39.546	41.357	53.970	50.550
RENDIMIENTO POR HECTAREA					
Paraguay Tn/Ha.	2,50	2,40	2,60	2,60	2,50
Brasil Tn/Ha.	2,30	2,20	2,20	2,40	2,30
Argentina Tn/Ha.	2,10	1,80	1,60	2,60	2,20
Bolivia Tn/Ha.	2,20	2,10	1,90	2,00	2,10
Promedio Tn/Ha.	2.27	2.05	2.07	2.4	2.27
FUENTE: CAPECO. Situación del Sector de Cereales y Oleaginosas. 1,999.					

La producción total del MERCOSUR más Bolivia en el año 1995 fue de 18865 miles de hectáreas y pasó en el año 1999 a 22077 miles de hectáreas, esto significa un crecimiento anual acumulativo de la superficie de soja del orden de 3.78%. En lo que respecta a volumen de producción de los países del MERCOSUR mas Bolivia se puede mencionar que éste pasó de 41.5 millones de toneladas en el año 1995 a 50.5 millones de toneladas en el año 1999, lo que significa un crecimiento anual acumulativo del 5%. Con este análisis se puede concluir que el volumen de producción creció a tasas mayores (5%) que la superficie (3.78%), esto significa que por aplicación de nuevas y mejores tecnologías, la productividad de este cultivo se incrementó sustancialmente en los países del MERCOSUR.

Los rendimientos promedios de soja en los países del MERCOSUR no varían mucho debido a que todos los países integrantes aplica casi la misma tecnología por encima de 2.2 tn/ha a excepción de Bolivia que manifiesta un rendimiento de 2.1 tn/ha.