

**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 Uruguay”

**Ing. Agr. Martín Perugorría
Punto Focal en Uruguay – Consultor FAO**

**Noviembre 2011
Montevideo-Uruguay**

INDICE

1	INTRODUCCION.....	3
1.1	CRONOLOGIA DE LOS HECHOS MÁS RELEVANTES VINCULADOS A LAS ENERGIAS RENOVABLES	3
1.2	POLITICA ENERGETICA Y PLANIFICACION ESTRATEGICA.....	7
1.3	MATRIZ ENERGETICA DEL URUGUAY.....	8
1.4	LA ESTRATEGIA NACIONAL.....	11
2	DESCRIPCION DE LAS CADENAS DE PRODUCCION.....	15
2.1	ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA.....	15
2.1.1	Diferentes fuentes de biomasa utilizadas.....	15
2.2	BIODIESEL.....	24
2.2.1	Actores.....	26
2.2.2	Materias primas.....	28
2.2.3	Coproductos.....	30
2.2.4	Industria aceitera.....	30
2.3	ETANOL.....	31
3	IMPACTOS ECONOMICOS.....	32
3.1	ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA.....	32
3.1.1	Inversiones requeridas.....	34
3.1.2	Potencialidades.....	34
3.2	BIODIESEL.....	39
3.3	ETANOL.....	44
4	IMPACTOS SOCIALES.....	46
4.1	ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA.....	46
4.2	BIODIESEL.....	48
4.3	ETANOL.....	48
5	IMPACTOS AMBIENTALES.....	50
5.1	ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA.....	50
5.2	BIODIESEL.....	50
5.3	ETANOL.....	53
6	PROYECTOS DESARROLLADOS EN URUGUAY.....	56
7	CONCLUSIONES.....	57
8	BIBLIOGRAFIA.....	61

1 INTRODUCCION:

1.1 CRONOLOGIA DE LOS HECHOS MÁS RELEVANTES VINCULADOS A LAS ENERGIAS RENOVABLES:

En Uruguay, el 1° de octubre de 2002 se sancionó la Ley 17.567 planteando el interés en desarrollar los biocarburantes:

Artículo 1°.- Declárese de interés nacional la producción en todo el territorio del país, de combustibles alternativos, renovables y sustitutivos de los derivados del petróleo, elaborados con materia nacional de origen animal o vegetal.

Artículo 2°.- El Poder Ejecutivo, a través del Ministerio de Industria, Energía y Minería, del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, junto a representantes de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, analizará la viabilidad, los requerimientos, exigencias y el régimen jurídico aplicable para el desarrollo de la producción, distribución y el consumo de biodiesel en nuestro país.

Artículo 3°.- Se faculta al Poder Ejecutivo a exonerar total o parcialmente, de todo tributo que grave a los combustibles derivados del petróleo, al cien por ciento (100%) del combustible alternativo elaborado por derivados de materia prima nacional de origen animal o vegetal.

En el año 2006 se establecieron los Lineamientos de Estrategia Energética por el Poder Ejecutivo, con la finalidad de establecer un Plan Energético Nacional de amplio alcance y de largo plazo. Según estos criterios se definió la siguiente Visión: “El sistema energético propenderá a asegurar el abastecimiento interno al menor costo posible y con la calidad adecuada, bajo el rol directriz del Estado, y con participación de actores públicos y privados, mediante la mejor utilización de los recursos disponibles local, regional e internacionalmente, contribuyendo al desarrollo sustentable del país (económico, social, ambiental y político)”.

En base a esta visión, se determinaron objetivos y líneas de acción: “La conformación de un sistema de abastecimiento de energía eléctrica robusto que atienda el suministro al menor costo posible”; “Realizar un avance significativo en la incorporación de fuentes alternativas de energía, en especial: biocombustibles, generación eólica, generación con biomasa”; “La adecuación de los marcos regulatorios”; “La articulación y coordinación entre actores e instituciones energéticas, respondiendo a una visión global, apoyando la formulación de políticas y planes”.

En el 2007 el Gabinete Productivo, formado por diferentes Ministerios y con un equipo multidisciplinario estudió diferentes cadenas productivas dentro de las cuales estaba la cadena correspondiente a energías renovables. Los tipos de energías abordados fueron energía eólica, energía solar térmica, biomasa sólida para la generación de electricidad y la producción de agro-combustibles.

En noviembre del 2007 se formula también la Ley N° 18.195, cuyo fin es proveer normas que tienen por objeto el fomento y la regulación de la producción, la comercialización y la utilización de agrocombustibles correspondientes a las categorías que se definen.

Sus artículos principales son:

- Promoción de la producción de agrocombustibles con materias primas nacionales.
- Metas de incorporación:
Bioetanol: se fija como meta 5% de incorporación a las naftas (gasolina) de uso automotriz al 2015.
Biodiesel: se autoriza a incorporar 2 % de biodiesel al gasoil de uso automotriz entre el 2006 – 2008. En el periodo del 2009 – 2011 será el 2% obligatorio de incorporación y pasará a un 5 % obligatorio a partir del 2012.
- Se define el mercado pequeña y gran escala.
Pequeña escala sería la posibilidad de producir para autoconsumo y flotas cautivas con autorización previa.
Gran escala: posibilidad de producir para exportar y/o comercializar con ANCAP
- Se fijan criterios de fomento de la producción e incentivos económicos
- Respecto a la normativa de calidad, se aprobó una norma para el Biodiesel que es la UNIT 1100:2005, denominada “*Biodiesel (B100)- Combustible para mezcla con destilados medios de petróleo.*” Esta norma es la que exige el proyecto de Ley para el Biodiesel.

Decreto de Reglamentación de la Ley N° 18.195:

En la Ley se indica el plazo de 180 días para realizar la reglamentación de la misma. El decreto de reglamentación se redactó en conjunto con representantes de las Instituciones directamente involucradas, tales como URSEA, DINAMA, MGAP, MEF y ANCAP.

También se hicieron reuniones y consultas con el MTSS, Dirección Nacional de Bomberos, Gobiernos Departamentales y referentes de la Universidad de la República. El borrador final del Decreto de reglamentación se presentó ante la Cámara de Biodiesel para que realizaran los aportes y consultas correspondientes.

Finalmente en octubre del año 2008 se aprobó el Decreto N° 523/008 reglamentario. Allí se reglamentan los siguientes aspectos vinculados con los agrocombustibles:

- Normas generales para la autorización de producción de biodiesel y alcohol carburante, así como el procedimiento para el registro de los productores.
- Exigencias de técnicas de funcionamiento y calidad. En este punto se establece que el biodiesel deberá cumplir con la norma UNIT 1100, ya sea que el mismo sea destinado a la comercialización o al consumo. Por su parte, el alcohol carburante deberá cumplir con la norma UNIT 1122 o con la norma UNIT 1124.
- Mecanismos de contralor y designación de URSEA (Unidad Reguladora de Servicios Energéticos y Agua) como organismo fiscalizador.
- Beneficios fiscales, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 16.906 de Promoción de Inversiones.

A su vez en el año 2008 la DNETN (Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear), perteneciente al Ministerio de Industria, Energía y Minería, propuso al Poder Ejecutivo una Política Energética con mirada al corto, mediano y largo plazo y un Plan Estratégico basado en 4 ejes directrices. Dichos ejes son:

- Rol directriz del Estado, con participación regulada de actores privados
- Diversificación de la Matriz Energética (fuentes y proveedores):
- Promover la eficiencia energética
- Velar por un acceso universal de todos los sectores sociales a fuentes de energía de adecuada calidad

En el año 2008 el Poder Ejecutivo aprobó los ejes directrices y las metas previamente mencionados.

En el año 2010 el Gobierno uruguayo convocó a los partidos políticos de la oposición para la conformación de la Comisión Multipartidaria del Sector Energético, teniendo presente la pertinencia de una visión país en las áreas de políticas energéticas para

lograr realizar políticas de estado. En este ámbito se llegó a un consenso con todos los partidos políticos del país con representación parlamentaria, sobre la necesidad y relevancia de esta Política Energética y su correspondiente Plan Estratégico.

De las metas definidas, las que tienen alcance al área de biocombustibles y biomasa son las siguientes:

Metas de corto plazo, con horizonte en el año 2015:

- La participación de las fuentes autóctonas renovables ha alcanzado el 50% de la matriz de energía primaria total.
- La participación de las fuentes renovables no tradicionales (eólica, residuos de biomasa y micro-generación hidráulica) llega al 15% de la generación de energía eléctrica.
- Al menos el 30% de los residuos agroindustriales y urbanos del país se utilizan para generar diversas formas de energía, transformando un pasivo medioambiental en un activo energético.

El 10 de diciembre de 2010 se aprobó el decreto reglamentario por el Ministerio de Industria Energía y Minería y el Ministerio de Economía y Finanzas, autorizando a la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas, UTE a celebrar contratos de hasta 20 años de compraventa con generadores de energía eléctrica partir de biomasa de hasta 20 MW de capacidad. El Estado buscar fomentar el desarrollo tecnológico local asociado a la generación de energía a partir de biomasa estableciendo un porcentaje de componente nacional mínimo del 30% del monto total de la inversión realizada para la central generadora. El precio a pagar por UTE por esta energía y potencia bajo esta modalidad de contrato es el siguiente:

1- Energía No Sujeta a Despacho: 92,00 USD/MWh

2- Potencia Disponible Convocable: 48,00 USD/MWh

De igual forma para los 3 primeros emprendimientos que adhieran al mecanismo y que presenten un componente nacional mayor al 50% se realizara un ajuste en los precios de la Energía No Sujeta a Despacho y de la Potencia Disponible Convocable

1- Energía No Sujeta a Despacho: 95,00 USD/MWh

2- Potencia Disponible Convocable: 51,00 USD/MWh

Siendo la Energía No Sujeta a Despacho, la energía eléctrica que el generador es libre de suministrar o no, siempre que no exista ninguna restricción operativa establecida por

el Despacho Nacional de Cargas y la Potencia Disponible Convocable: es la potencia puesta a disposición por el generador frente al Despacho Nacional de Cargas.

Promoción del sector de Energías Renovables (Decreto 354/009):

En lo referente a energías renovables específicamente se aprobó el Decreto N° 354/009 en agosto del año 2009, en un todo de acuerdo con la política energética nacional y al amparo del artículo 11 de la Ley N° 16.906. El mismo, tiene como objetivo la promoción de diversas actividades vinculadas a la energía tales como:

- a. La generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables no tradicionales.
- b. La generación de energía eléctrica a través de cogeneración.
- c. La producción de energéticos proveniente de fuentes renovables.
- d. La transformación de energía solar en energía térmica.
- e. La conversión de equipos y/o incorporación de procesos, destinados al uso eficiente de la energía.
- f. La prospección y exploración de minerales Clase I, según lo establece la Ley N° 15.242 Código de Minería del 8 de enero de 1982 y sus modificaciones.
- g. Los servicios brindados por Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs) registradas en la DNETN y calificadas como categoría A.
- h. La fabricación nacional de maquinarias y equipos con destino a las actividades mencionadas anteriormente.

Los beneficios consisten en exoneraciones escalonadas del IRAE, detalladas en los artículos 3° y 4°. Este último decreto no estipula exoneraciones del IVA, Impuesto al Patrimonio y exoneraciones a los recargos de importación. De todas formas estos proyectos pueden acogerse al decreto 455/007 para obtenerlos.

Decreto N° 354/009: Promoción de actividades tendientes a la generación de energía eléctrica.

1.2 POLITICA ENERGETICA Y PLANIFICACION ESTRATEGICA:

El problema energético es indudablemente una cuestión relevante en cualquier estrategia nacional de desarrollo, ya que la disponibilidad de energía con adecuado nivel de calidad aparece como un decisivo componente de casi toda actividad humana e

involucra simultáneamente aspectos sociales, económicos, geopolíticos, tecnológicos, medioambientales y éticos.

A continuación se muestra la potencia instalada en Uruguay para generación de energía eléctrica.

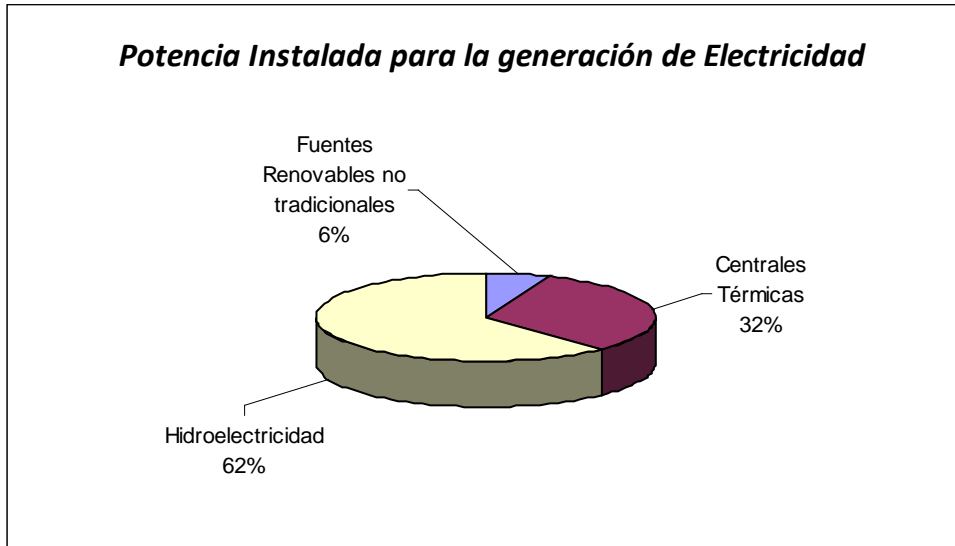


Figura 1: Potencia Instalada de generación de energía eléctrica
Fuente: DNETN. Balance Energético del año 2008.

1.3 MATRIZ ENERGETICA DEL URUGUAY:

Hoy la matriz energética implica una dependencia altísima de la importación de petróleo, esto lo debemos corregir. El costo para el país -al precio del crudo en estos días- representa aproximadamente US\$ 1.800:000.000 por año.

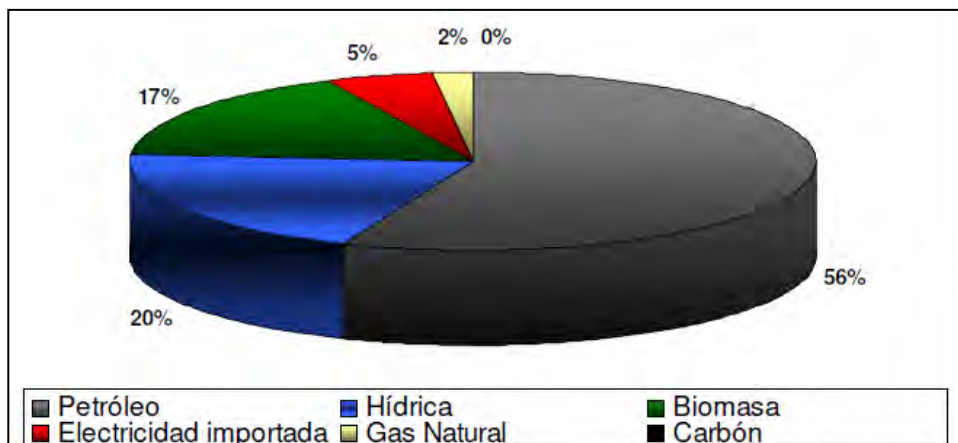


Figura 2: matriz energética en Uruguay

La Política Energética realiza una fuerte apuesta a la incorporación de fuentes autóctonas en general y en particular las energías renovables. La búsqueda de diversificación en fuentes y proveedores es con el fin de reducir costos, activar la industria nacional energética, disminuir la dependencia del petróleo, y dar participación a las fuentes autóctonas.

A continuación se muestran las Metas a corto plazo (2015) y las principales líneas de acción que refieren a las energías renovables:

Abastecimiento: Las fuentes autóctonas renovables alcanzan un 50% de la matriz energética primaria total

Energía Eléctrica: La participación de fuentes renovables no tradicionales alcanza el 25% de la generación eléctrica, en particular:

Energía eólica: 500 MW instalados de origen público y privado al 2015.

Biomasa: 200 MW instalados de origen privado al 2015.

Bioetanol: Mínimo obligatorio del 5% sobre total de mezcla con naftas a partir del 1º de enero de 2015.

Biodiesel: Mínimo obligatorio del 5% sobre total de mezcla con diesel a partir del 1º de enero de 2012.

Solar Térmica: Instrumentos diseñados que promuevan su introducción por parte de los sectores residencial, industrial, comercial y servicios.

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH): Impulso para la introducción de PCH.

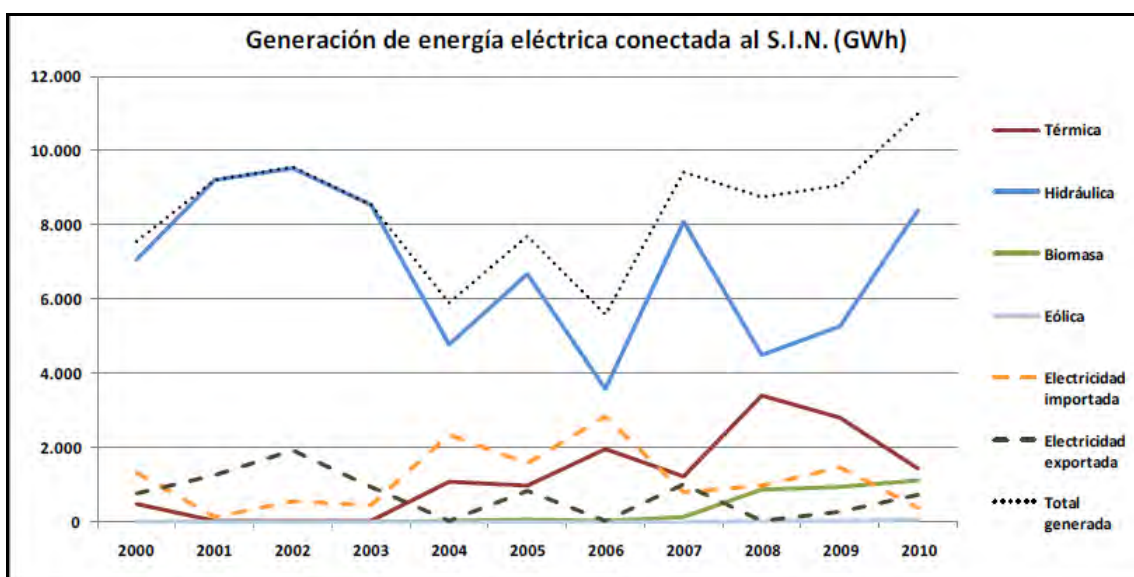


Figura 3: generación de energía eléctrica conectada al SIN
Fuente: MIEM-DNE. Las energías renovables en Uruguay 2011.

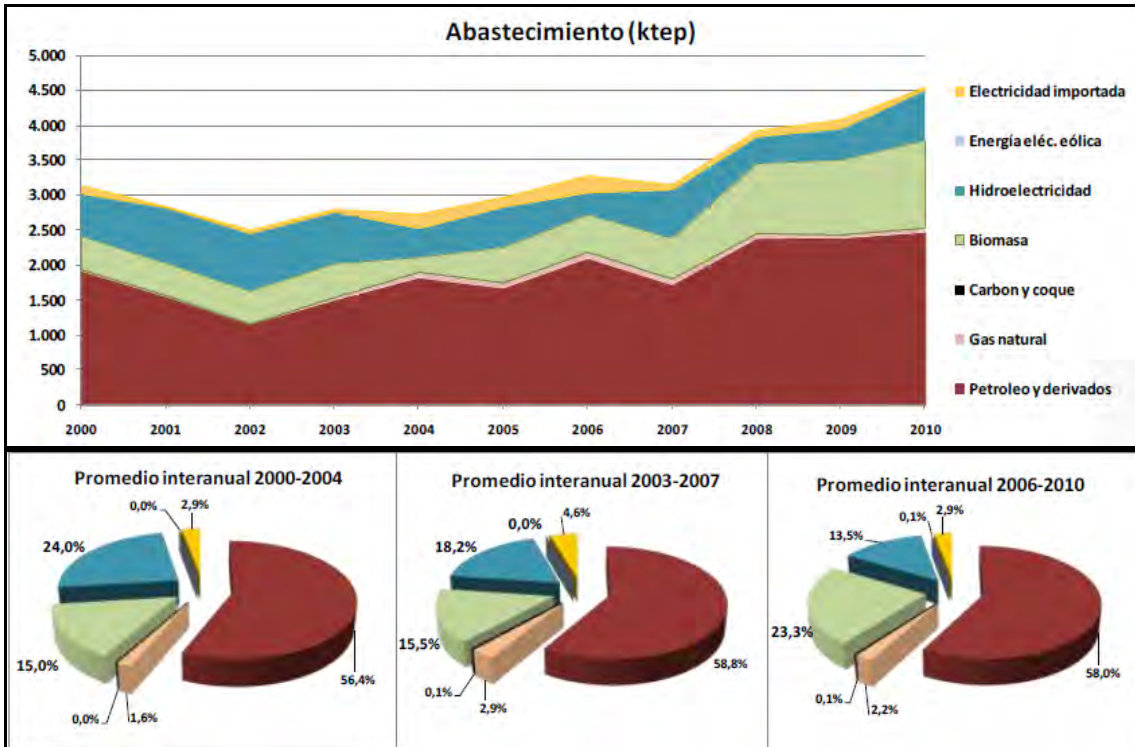


Figura 4: Abastecimiento de energía (ktep) en los últimos 10 años en Uruguay
Fuente: MIEM-DNE. Las energías renovables en Uruguay 2011.

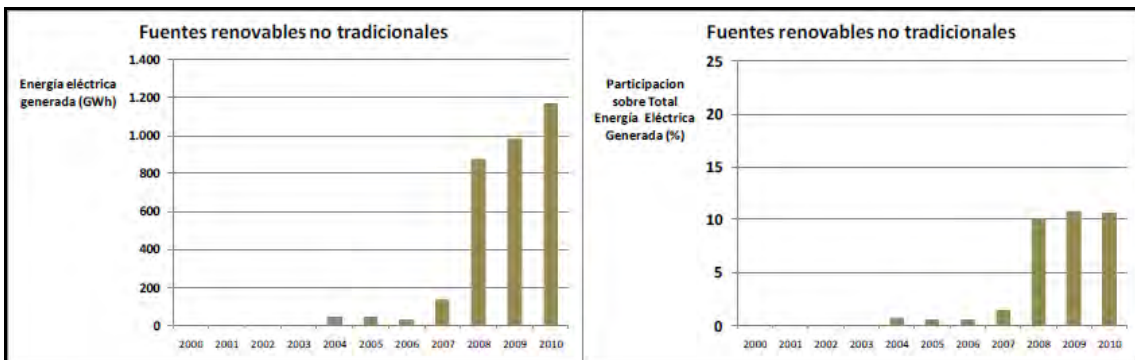


Figura 5: Energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables no tradicionales.
Fuente: MIEM-DNE. Las energías renovables en Uruguay 2011.

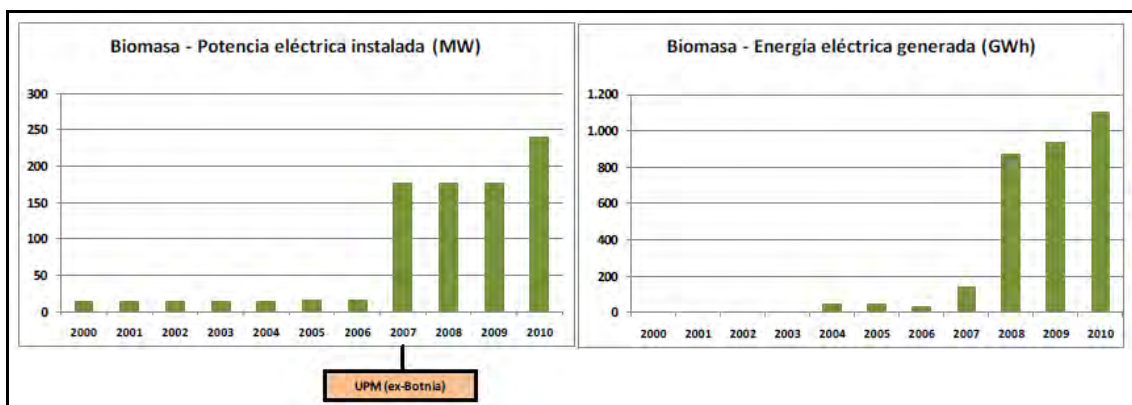


Figura 6: Energía eléctrica generada (MW y GWh) a partir de biomasa en los últimos 10 años en Uruguay

Fuente: MIEM-DNE. Las energías renovables en Uruguay 2011.

1.4 LA ESTRATEGIA NACIONAL:

En el Uruguay la atención y las acciones políticas en torno a los biocombustibles se focalizaron inicialmente en el biodiesel, inducidas por un contexto general de alto consumo de gasoil, fuerte expansión de la producción y exportaciones de granos oleaginosos y relaciones de precios externos favorables.

La alternativa del etanol resultaba menos atractiva, esencialmente por ser sustituidora de naftas y presentar mayores dificultades competitivas en la base agrícola debido al contrastante dinamismo de los cultivos oleaginosos, girasol y soja, con una caña de azúcar en retroceso y un maíz escaso y caro. Muestra de ello es que los estudios disponibles, públicos y privados, (OPYPA, 2001; DINAMA, 2003; Comisión de Biocarburantes, 2005) analizan la producción de biodiesel. Esos estudios concluyen que, en la mayoría de escenarios de relaciones de precios, el biodiesel resulta más caro que el gasoil, cuando es comparado con el precio explanta de ANCAP o el precio CIF de importación. Los resultados, que coinciden con los disponibles internacionalmente, indican que la incorporación del biodiesel en forma significativa en la matriz energética requiere de transferencias, que otorguen la viabilidad económica que no surge de las condiciones de mercado. No se han realizado estudios similares en torno a la alternativa del etanol.

Ese escenario tuvo una importante modificación en el correr del año 2005, a partir de la determinación de la actual administración por promover la ampliación de la producción de caña de azúcar, la que rápidamente se asoció a la producción de etanol (buscando reproducir el exitoso modelo “sucroalcoholero” desarrollado en Brasil).

De este modo la alternativa del etanol pasó a los primeros planos, consolidándose especialmente a partir de decisiones de ANCAP, inicialmente orientadas a la elaboración de etanol, pero luego involucrándose también en el proceso de producción de azúcar, e incluso en la propia producción de caña.

En este contexto el Poder Ejecutivo preparó los ajustes en el marco legal para orientar la promoción de biocombustibles. El proceso fue liderado por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (del MIEM) y culminó el con la presentación por parte del Consejo de Ministros de un proyecto de ley en la Cámara de Senadores.

Los principales contenidos del texto legal en discusión son:

- Regula la producción, comercialización y uso de biocombustibles (etanol carburante, biodiesel y mezclas) “de producción nacional”.
- Excluye del monopolio de ANCAP la producción y exportación de biodiesel y etanol carburante.
- La importación y comercialización se mantienen en el monopolio de ANCAP.
- Se abre la posibilidad de comercialización de biodiesel para abastecer flotas “cautivas” de vehículos y maquinarias, con un volumen máximo de 4.000 litros/día por planta productora.
- Establece las especificaciones técnicas exigidas al “biodiesel” (Norma UNIT 1100). Las del “alcohol carburante o etanol” se determinarán en la reglamentación posterior.
- Determina una posible evolución del tamaño para el mercado doméstico de estos productos en los próximos años al definir cronogramas para la incorporación forzosa de estos biocombustibles líquidos en las mezclas que se comercializarán en el territorio nacional.
- En el caso del biodiesel el cronograma de mezcla establece:
 - a. hasta 2% de biodiesel (incorporación voluntaria) hasta 2008,
 - b. mínimo de 2% entre 2009 y 2011
 - c. y un mínimo de 5% de 2012 en adelante.
- En el caso del etanol:
 - a. hasta 5% en las “naftas de uso automotivo” hasta 2015,
 - b. 5% como mínimo de 2015 en adelante.
- Otorga a ANCAP la posibilidad de transferir a las tarifas el mayor costo que resulte de los compromisos de mezcla.
- Habilita al Poder Ejecutivo la posibilidad de reducir la proporción de biocombustibles en la mezcla si no hubiera oferta nacional suficiente o el precio del producto fuera muy elevado.
- Se establece el requisito de “autorización previa” de exportaciones de agrocombustibles.
- Régimen tributario: se establece que estos productos tendrán los mismos impuestos que las naftas y el gasoil, pudiendo el Poder Ejecutivo exonerarlos total o parcialmente. Para el biodiesel se determina la exoneración del pago de IMESI por un período de 5

años. Las empresas productoras de etanol o biodiesel podrán beneficiarse de exoneraciones del impuesto al Patrimonio de los bienes de activo fijo y del IRIC (100% en los primeros 5 años y 50% entre el sexto y el décimo).

- Se incluyen los agrocombustibles dentro de las competencias de regulación de la URSEA

La definición del marco legal representa un paso importante en la conformación del escenario en que deberán organizarse estas nuevas cadenas agroindustriales. Establece “reglas del juego” que sirven de orientación a los tomadores de decisiones de inversión, particularmente del sector privado, en una actividad hasta entonces desarrollada en forma monopólica por parte de ANCAP.

En el marco de los objetivos definidos por la empresa estatal, además de las acciones en la fase industrial se han planteado las siguientes acciones a nivel agrícola:

- aumento del área de cultivo de caña de azúcar hasta 10.000 hectáreas
- mejorar la eficiencia agrícola (el volumen de caña por hectárea y el contenido de azúcar)
- arrendamiento de 500 hectáreas con regadío por un período de 10 años, para instalar 45 familias de pequeños agricultores y trabajadores.
- desarrollar un área propia de 2000 hectáreas de caña
- diversificar las posibles materias primas (en particular el sorgo azucarado)

Con ese propósito ANCAP promueve emprendimientos en centros de distribución del interior del país (Paysandú, Treinta y Tres, Durazno y Juan Lacaze) desde donde atiende el 35 a 40% del mercado doméstico de gasoil. En el resto del mercado de gasoil, abastecido desde Montevideo (La Tablada), se busca promover la producción de biodiesel a partir de materias primas agrícolas producidas en el sur del país, en el marco de una estrategia denominada “Propuesta Agroenergética Metropolitana”.

Las premisas básicas de este programa son:

- ANCAP debe asegurar volumen y calidad suficiente para cumplir con los requisitos de calidad exigidos por el proyecto de ley sobre biocombustibles (norma UNIT 1100:2005).
- para ello ANCAP debe participar en la cadena de producción.
- se requiere de alianzas público-privado que viabilicen la producción.

- se impulsará el desarrollo local y la generación de empleo en el área metropolitana.
- se preservará el modelo agrícola que proteja al pequeño productor.
- se utilizará materia prima nacional adecuada a las condiciones agroecológicas del sur del país.

A su vez, los requerimientos que identifica ANCAP para la instrumentación del programa son:

- desarrollar la superficie necesaria de cultivos agrícolas.
- la voluntad de los productores de entrar en este plan.
- el convenio con una aceitera para producir el crudo.
- instalar una planta de producción de biodiesel (con una inversión estimada de US\$ 8 millones).
- facilidades logísticas para el mezclado con el gasoil.

En la formulación del programa ANCAP se trabaja en coordinación con las Intendencias Municipales del área de influencia (Montevideo, Canelones, San José, Maldonado), en particular con las respectivas “agencias de desarrollo agropecuario”, con la finalidad de facilitar el logro de la producción agrícola (mediante la promoción del programa, la provisión de servicios al productor, etc.), mediante acuerdos contractuales entre los agricultores y la industria. Asimismo, se está coordinando con la industria aceitera COUSA (ubicada en la zona metropolitana) para resolver el abastecimiento del aceite necesario para la elaboración del biodiesel.

La “Propuesta Agroenergética Metropolitana” incluye también definiciones programáticas para el etanol, con los objetivos básicos de complementar la necesidad de ANCAP para la mezcla en sus naftas y la exportación y la cogeneración de energía eléctrica para UTE. Se han identificado como posibles materias primas la remolacha azucarera (de alto contenido de azúcar o “alcoholígena”), el sorgo “azucarado o dulce” y el sorgo “granífero.

2 DESCRIPCION DE LAS CADENAS DE PRODUCCION:

2.1 ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA:

2.1.1 Diferentes fuentes de biomasa utilizadas:

Leña:

En el Uruguay así como en el resto del mundo esta fuente ha sido utilizada por el sector residencial para cocción y calefacción y por el sector industrial como combustible principal para obtención de calor para destinar a los procesos productivos. Muchas industrias ubicadas en el interior del país han utilizado la leña por motivos relacionados a los costos comparativos de este recurso y por el acceso al mismo. Según datos de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, un 15% de las calderas industriales funcionan con leña. Este factor ha sido promotor de la industria metalúrgica para la fabricación de calderas para quema de leña y residuos de biomasa.

La cadena involucra sectores diferenciados, estos sectores son el agrícola que provee las materias primas, el sector industrial que provee la tecnología para utilización de dicha fuente energética primaria. Otra fase del ciclo energético es la de desarrollo de unidades de generación, que termina en la comercialización de la energía producida. El recurso energético asociado a residuos o subproductos de biomasa sólida presenta un potencial de aprox. 200 MW asociado a aserraderos y 100 MW asociado a residuos de campo. Actualmente se tiene una cuenta con una potencia instalada de mas de 180MW para producción de energía eléctrica con residuos de biomasa dentro de los cuales 160 MW de potencia instalada son debido a la instalación de una empresa de fabricación de pasta de celulosa que cambio notoriamente la tendencia de utilización de biomasa en la matriz energética primaria del país.

Residuos forestales:

A los efectos del presente informe se define residuo sólido en base a la Propuesta Técnica de Reglamentación de Residuos Sólidos Industriales, Agroindustriales y de Servicios de la DINAMA: Toda sustancia material u objeto que su tenedor dispone o elimina, tiene la intención de disponer o está obligado a disponer o eliminar.

Se consideró residuo o subproducto forestal para el presente relevamiento todo aquello que para cada objetivo de producción (madera de calidad para aserrío, pulpa para celulosa, leña, etc.) sea desestimado para su comercialización permaneciendo en campo y los residuos producidos en los aserraderos.

Una gran ventaja en cuanto a la viabilidad de la utilización de residuos forestales es que la disponibilidad de esta materia prima se encuentra concentrada.

Los residuos forestales se estiman que en el cultivo son del orden del 10 % al 30% del árbol en pie. Luego en los procesos industriales como el aserrado la producción de residuos es entre 50 % y 70 % del rolo. A principios de los años 90 se promovió en Uruguay la actividad forestal, lo que ha permitido una importante expansión del sector. Actualmente el área forestada en Uruguay representa un 4,2% del total de la superficie del país.

El sector forestal ha venido teniendo un desarrollo importante en Uruguay, sobre todo para la producción de pulpa de papel y aserrado de madera.



Figura 7: Evolución de la extracción según destino de la biomasa
Fuente: Dirección Nacional Forestal, MGAP

Los cultivos mayoritarios que se han desarrollado han sido eucalipto y pino. Este sector es un generador de residuos obtenidos a través de la cadena de procesamiento de dichos cultivos, tala, raleo, poda y fase industrial y por lo cual es un generador permanente de materia prima. Se identificaron en el país cerca de 1.400.000 hectáreas efectivas de forestación que corresponden según lo expresado anteriormente a más de 1.600.000 hectáreas de bosques, de las cuales el 46% representa al bosque nativo, mientras que el 48% corresponde a bosques plantados (industriales) y el 6% restante a montes de abrigo y sombra, bosques costeros y parques.

De los principales bosques plantados con un fin industrial, *Eucalyptus globulus* es la clase que presenta mayor superficie, seguida por la clase Pino y por último *Eucalyptus grandis*.

A continuación puede observarse la proyección realizada para los siguientes años para los residuos que se generarían en campo, tanto en bosques de pinos como de eucalyptus, cultivados con el fin de madera para aserrío (Cuadro N° 1) y para pulpa (Cuadro N° 2).

Cuadro N°1: Totales nacionales de residuos forestales generados en campo proveniente de plantaciones para aserrío en m³

Año	Total Pino	Total Eucalyptus	Total General
2008	299.272	172.886	472.158
2009	267.311	136.597	403.809
2010	226.514	140.337	366.851
2011	376.048	135.139	511.187
2015	280.252	108.141	388.394
2013	219.023	161.440	380.464
2014	172.704	130.971	303.675
2015	155.172	194.121	349.293
2016	214.030	164.077	378.107
2017	182.763	229.034	411.798
2018	202.517	139.433	341.949
2019	208.085	74.147	282.231
2020	232.288	84.673	316.961

Cuadro N° 2: Totales nacionales de residuos forestales generados en campo proveniente de plantaciones para pulpa en m3

Año	Total Pino	Total Eucalyptus	Total General
2008	196.668	922.717	1.119.385
2009	193.251	766.738	959.988
2010	172.424	663.090	835.514
2011	233.012	759.632	992.374
2015	200.726	618.967	819.396
2013	233.769	742.818	976.587
2014	219.229	773.068	992.289
2015	178.443	1.084.726	1.263.169
2016	227.852	1.107.453	1.335.336
2017	165.852	1.298.085	1.463.938
2018	131.943	1.222.346	1.354.289
2019	115.038	854.740	960.778
2020	118.179	710.008	828.187

En base a estas proyecciones se calculó la posible potencia a ser generada por estos residuos desde el año 2008 al año 2020 con las plantaciones destinadas a aserríos de madera (Cuadro N° 3) y pulpa (Cuadro N° 4).

Cuadro 3: Máxima Potencia Nacional posible de ser generada (MW) en base a residuos provenientes de plantaciones para aserrío

Año	Total Pino	Total Eucalyptus	Total General
2008	17	11	28
2009	15	9	24
2010	13	9	22
2011	21	9	30
2015	16	7	23
2013	12	10	9
2014	10	8	18
2015	9	12	21
2016	12	11	23
2017	10	15	25
2018	11	9	20
2019	12	5	17
2020	13	5	19

Cuadro 4: Máxima Potencia Nacional posible de ser generada (MW) en base a residuos provenientes de plantaciones para pulpa

Año	Total Pino	Total Eucalyptus	Total General
2008	11	78	89
2009	11	75	66
2010	10	56	66
2011	13	64	78
2015	11	53	64
2013	13	63	76
2014	12	66	78
2015	10	92	102
2016	13	94	107
2017	9	110	120
2018	7	104	111
2019	7	72	78
2020	7	60	67

A grandes rasgos, en el Uruguay existe actualmente un parque industrial de aserraderos capaz de procesar hasta un máximo de 1.875.000 m³ de madera al año. A pesar de que la eficiencia de un aserrado es variable entre grandes y pequeños, se puede establecer un rendimiento promedio del 45% por metro cúbico ingresado. Con dicha hipótesis, se puede estimar que anualmente se producen cerca de 1.031.250 m³ de residuos por año.

Como puede observarse, existe una diferencia importante entre el volumen de madera que se habría disponible por año y la capacidad real del parque industrial de aserraderos. De dicho análisis se obtiene que la capacidad instalada representa un 40% y 65% de lo disponible en el 2008 y 2020, respectivamente.

Considerando que 1 m³ de residuo de aserradero tiene un peso de 0,45 ton, se obtiene que a nivel nacional se cuenta con 464.063 ton/año de residuos. Si tomamos 2.200 Kcal/Kg como valor promedio de poder calorífico de los residuos de aserradero, la energía eléctrica instalada potencial a nivel nacional en base a estos residuos rondaría los 40 MW y gran parte de este volumen disponible para generación de energía ya estaría comprometido en distintos proyectos.

Cuando se analizan los residuos forestales a campo y sólo se toman en cuenta los departamentos con capacidad de producir al menos 1MW y el menor de los valores para el período 2008-2020, se llega a un valor de 117 MW a nivel nacional, confirmando la preponderancia de Rivera, Tacuarembó y Paysandú como productores potenciales de energía en base a residuos forestales. En cuanto al peso de cada uno de los tipos de residuo dentro de la posible futura participación de la matriz energética.

Los residuos de campo serían capaces de generar 78 MW a nivel nacional, mientras que los aserraderos hubieran podido generar 38 MW aproximadamente.

Los proyectos de biomasa y la disponibilidad real de residuos forestales:

Los residuos forestales no solo han sido considerados por el sector privado con esta finalidad, sino que este interés se ha ido plasmando en proyectos presentados e incluso, algunos de ellos, ya aprobados y en fase final de construcción.

La característica principal que presentan estos proyectos es que están principalmente relacionados con grandes aserraderos que han encontrado en la apertura del mercado energético interno una oportunidad para solucionar un problema logístico complejo como lo es la disposición de los desechos generados en el proceso de aserrado de la madera.

Lo que queda claro es que los residuos de aserraderos dependen obviamente de la capacidad de procesamiento de madera de los mismos y las decisiones de uso que cada aserradero haga de dichos residuos. En virtud de los proyectos presentados se puede inferir que no existiría casi remanente de residuos en base al cual proyectar nuevos emprendimientos de generación de energía de gran porte en base a biomasa de aserraderos. Es mucho más probable en cambio, que de concretarse los proyectos ya conocidos, estos vayan absorbiendo el volumen excedente.

Residuos Agrícolas:

Se considera residuo o subproducto para el presente relevamiento, todo aquello que para cada rubro agrícola sea separado del producto principal, ya sea que permanezca en el campo o que deba ser dispuesto como residuo y/o sea desestimado para su comercialización una vez que en la planta se lleve a cabo el procesamiento del producto.

Cáscara de arroz:

El arroz es uno de los principales productos de exportación de Uruguay, alcanzando en la zafra 2009/2010, 1,149 millones de toneladas, lo que implica una disponibilidad teórica de cáscara de arroz de casi 250.000 toneladas por año. Por otra parte la cáscara de arroz representa un 20% del volumen del mismo generado en los molinos. La producción de arroz en.

Otros factores que se suman al momento de considerar el uso de este residuo son:

- 1) El volumen de la cáscara representa un 20% de la producción del grano
- 2) La reducción del impacto ambiental negativo que implica su quema
- 3) La relativa concentración geográfica que se observa en este cultivo con los datos localizados por departamento.
- 4) Un comprobado y medido poder calorífico superior de 3.300 kcal/kg (13.814 kJ/kg) según estudio del Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial de la Facultad de Ingeniería (1998)

5) La existencia de tecnología desarrollada localmente para la combustión de dicho recurso.

Se puede establecer un valor base de 1.000.000 de toneladas anuales y en base a éste, planificar a futuro una estrategia de uso de la cáscara de arroz como combustible para la producción de energía eléctrica. Ello definiría una base de 200.000 toneladas de cáscara anuales, capaces de sustentar una potencia de 24,8 MW, valor sobre el cual sería sensato planificar proyectos de generación de energía.

En este momento se encuentra operando la planta Fenirol la cual utiliza como materia prima para generación de energía residuos forestales y cáscara de arroz. El emprendimiento de la firma Galofer S.A contará con 14 MW de potencia instalada y se encuentra en las etapas finales de ajuste para comenzar a inyectar energía a la red nacional y utilizará cáscara de arroz para generar energía eléctrica.

Cuadro 83. Número de explotaciones con arroz y superficie sembrada, según tamaño de siembra.

Tamaño de siembra (ha)	Explotaciones		Superficie sembrada	
	Número	(%)	Hectáreas	(%)
TOTAL	634	100,0	174.728	100,0
Menos de 25	29	4,6	405	0,2
De 25 a 50	63	9,9	2.429	1,4
De 51 a 100	126	19,9	10.029	5,7
De 101 a 200	179	28,2	27.624	15,8
De 201 a 300	90	14,2	23.523	13,5
Más de 300	147	23,2	110.718	63,4

Cuadro 84. Praderas artificiales: número de explotaciones con praderas y superficie sembrada por edad de la pradera, según especie.

Especie	Número de explotaciones ^v	Superficie total (ha)	Sembrada en el año censal		Entre 1 y 3 años		Más de 3 años	
			Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
TOTAL	20.154	1.287.245	363.890	28,3	814.806	63,3	108.549	8,4
Alfalfa	2.605	37.996	10.853	28,5	23.552	62,0	3.591	9,5
Trébol blanco	518	14.471	2.716	18,8	10.038	69,3	1.717	11,9
Trébol rojo	676	23.372	8.536	36,5	12.575	53,8	2.261	9,7
Lotus	2.626	117.543	37.644	32,0	72.239	61,5	7.660	6,5
Otras siembras puras	244	10.904	3.699	33,9	6.173	56,6	1.032	9,5
Mezclas forrajeras	16.764	1.082.959	300.442	27,7	690.229	63,8	92.288	8,5

1/ Las explotaciones que realizaron más de un tipo de praderas se cuentan una única vez a los efectos del total

Cuadro 85. Praderas artificiales: número de explotaciones que sembraron praderas en el año censal y superficie sembrada por modalidad de siembra, según especie.

Especie	Número de explotaciones ^v	Superficie sembrada en el año censal		
		Total (ha)	Con siembra directa	
			Hectáreas	(%)
TOTAL	20.154	363.890	127.726	35,1
Alfalfa	2.605	10.853	3.833	35,3
Trébol blanco	518	2.716	733	27,0
Trébol rojo	676	8.536	2.627	30,8
Lotus	2.626	37.644	13.323	35,4
Otras siembras puras	244	3.699	1.630	44,1
Mezclas forrajeras	16.764	300.442	105.580	35,1

1/ Las explotaciones que realizaron más de un tipo de praderas se cuentan una única vez a los efectos del total.

Figura 8: Superficies sembradas en Hectáreas con arroz y otros cultivos en Uruguay
Fuente: DIEA

Trigo:

En la última zafra se produjo paja como subproducto de este cultivo a razón de 1,2 ton por hectárea sembrada.

La tendencia reciente es de un aumento notorio de la superficie plantada. Colocándonos en una posición conservadora, la superficie media sembrada en los últimos 10 años es de 214.000 hectáreas al año. Ello representa 256.800 toneladas de paja generadas al año de acuerdo a la técnica actual. Si se asume un dato bibliográfico a ser sometido a ensayos de $P_{ci}=3000$ kcal/kg, resulta una capacidad de generación de 28,96 MW en las condiciones de trabajo supuestas en este estudio. Este valor presenta además de las debilidades del punto de vista agrícola y de su competencia para el uso de alimento animal, en caso ser recolectado, todas las dificultades de manipulación y acumulación.

Se trata de un recurso de mucho volumen lo cual encarece su manipulación y acopio. La quema de este recurso que por sus características no es un contaminante ambiental, produciría en su utilización como energético emisiones que no genera en su uso tradicional, No parece por tanto en las actuales condiciones un recurso eficiente para la generación energética.

Cebada:

Desde el punto de vista agrícola pueden hacerse las mismas consideraciones que para el trigo. En este caso el poder calórico a considerar es 3220 kcal/kg, una superficie plantada media de 110.000 hectáreas anuales, que generan 132.000 ton anuales de residuo de campo. Ello redundaría en una potencial generación de 16 MW.

Las mismas objeciones presentadas para el caso del trigo son válidas en este cultivo.

De acuerdo a información publicada por DINAMA sobre residuos industriales se extrajo la generación de Polvillo y Casullo que se genera en la prelimpieza del grano. Se toma para su evaluación un rendimiento de 70 % en peso de cebada malteada contra el grano utilizado y una generación de 8 Kg de residuo por Ton de cebada malteada.

Para 310.000 toneladas de grano resulta una generación 25 de residuo de muy poco volumen (menor a las 2.000 ton/año) lo cual no justifica su uso como combustible para generación.

Girasol:

Con respecto a este cultivo, actualmente es razonable considerar un peso de cáscara del 25% del peso del grano. En la hipótesis más optimista del quinquenio, la disponibilidad de cáscara sería de 37.500 ton/año. El poder calórico considerado será de 3600 Kcal/kg (INTA, Argentina). Ello generaría una potencia eléctrica del orden de los 5 MW.

Esa situación no se corresponde con la realidad actual en cuyo caso la producción se reduce a un tercio lo cual no justificaría la generación.

Residuos Sólidos Urbanos:

El presente informe considera residuo sólido urbano aquel generado por actividades propias realizadas en las viviendas o en cualquier establecimiento semejante a aquellas. Es decir que serán considerados los residuos sólidos domiciliarios y de pequeños generadores.

Montevideo y el departamento de Canelones son los únicos casos recomendables que a través de la cantidad de residuos producidos pudiera llegar a abastecer una planta de generación de energía en base a la incineración de residuos.

Las cifras para Montevideo son sumamente interesantes y representan más de la mitad de la capacidad de producción de residuos sólidos a nivel nacional, mientras que Canelones presenta cifras que, en base a la dinámica poblacional del departamento, son junto con San José y Maldonado, los únicos cuya capacidad de producción crece en el período considerado, y por lejos, los más altos para todo el interior del país.

Si sumamos entonces, sólo los valores de los departamentos donde se podría mantener una producción de 1MWh durante todo el período 2009-2020 se podría contar con los departamentos de Montevideo, Canelones, Maldonado, Paysandú y Salto, cuya potencia conjunta llegaría a 26MW.

2.2 BIODIESEL:

La producción de aceites vegetales es posible a partir de más de 300 especies diferentes. Las condiciones edafoclimáticas, rendimiento, contenido en aceite y la necesidad de mecanizar la producción limitan actualmente el potencial de obtención de aceites vegetales a unas pocas especies.

En la actualidad los cultivos oleaginosos cultivados en áreas significativas en el Uruguay son la soja y el girasol, los mismos han sido seleccionados y mejorados para la producción alimentaria y no por su contenido energético, el mercado alimentario es el que gobierna sus precios. Otros materiales grasos factibles de ser utilizados, son los sebos vacunos y de oveja, los cuales están determinados por el mercado de la carne.

A largo plazo deben desarrollarse, desde una perspectiva energética, nuevos cultivos orientados a obtener energía, con menores costes de producción. En este sentido, el cardo y el tártago son ejemplos prometedores de materias primas para la obtención de biodiesel en un futuro. Los cultivos no tradicionales podrían ser incorporados en el mediano y largo plazo, para poder ser considerados se requiere comenzar los ensayos de las nuevas variedades.

Tanto la colza como el sebo vacuno son materias primas factibles de ser incorporadas en el corto plazo.

El siguiente cuadro muestra el rendimiento de biodiésel obtenido por hectárea para diferentes fuentes de aceite vegetales de acuerdo con un informe presentado por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNET) del Ministerio de Industria, Energía y Minas (MIEM).

Cuadro 5: Uruguay. Rendimiento de biodiésel por hectárea, según la materia prima.

<i>Cultivo</i>	<i>Rendimiento (litros de biodiesel/ha)</i>
Soja	420
Girasol	890
Colza	1100
Ricino	1320

Fuente: MIEM 2005.

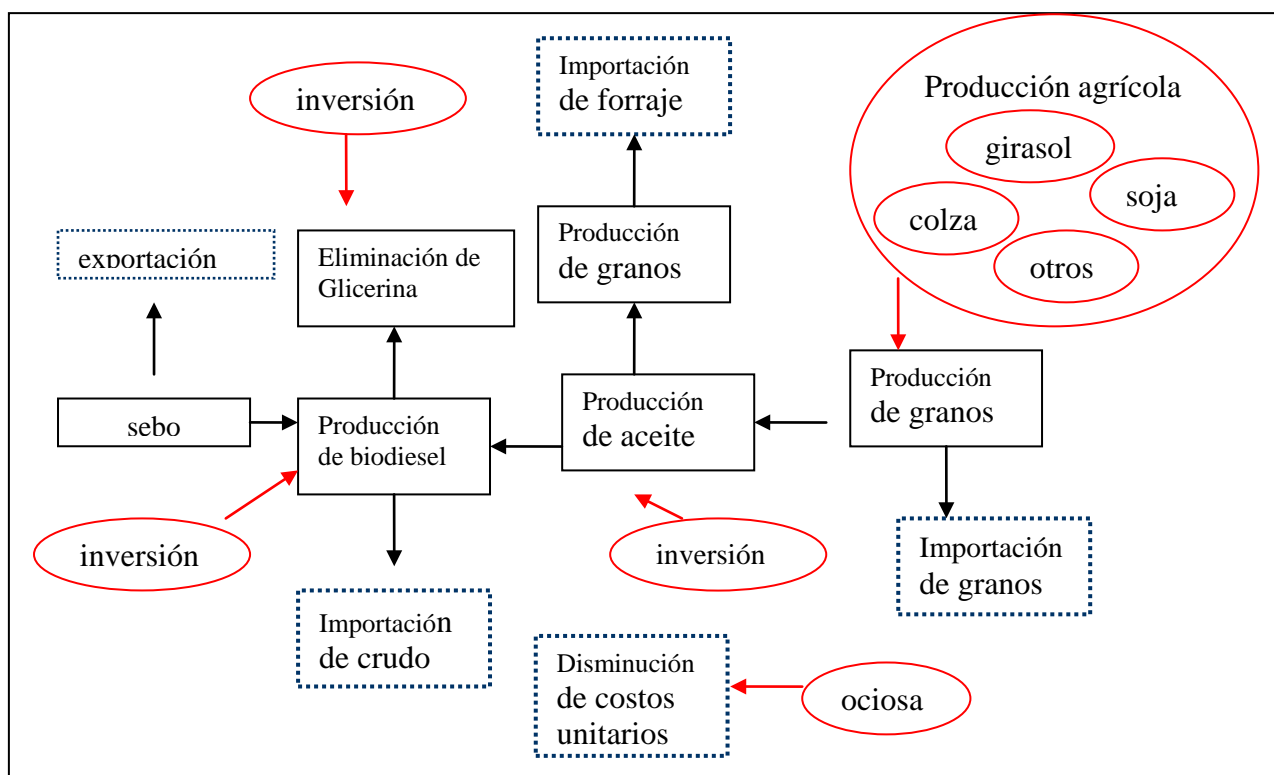


Figura 9: Esquema de la cadena de producción de biodiesel y sus principales efectos

Se observa que la producción de biodiesel puede utilizarse como una forma de expansión y potenciación de la cadena oleaginosa permitiéndole ganar escala y agregar valor a la producción nacional.

2.2.1 Actores:

Los portes de las plantas son muy variables de la órbita pública y privada, y las materias primas son sebo y granos oleaginosos. El metano, insumo de la producción de biodiesel, es un producto importado en este sentido la evaluación de la posibilidad de fabricación de biodiesel a partir de etanol en lugar de metanol, resulta de interés.

Los granos oleaginosos son granos con un valor comercial importante y que son factibles de ser colocados en mercados internacionales. Uruguay exporta soja y girasol quedando dependiente de esta rentabilidad. Cuando se plantea la viabilidad de producción de biodiesel se debe evaluar el costo de oportunidad de la exportación de los granos desde el punto de vista país, ya que si no se exportan, son ingresos de divisas que no estarán disponibles.

URSEA es la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua del Uruguay y es el órgano regulador de los servicios de energía, incluyendo electricidad, gas y combustibles líquidos, agua potable y saneamiento en Uruguay, creado por la Ley N° 17.598 de 13 de diciembre de 2002. Constituye una Unidad Ejecutora con carácter de órgano desconcentrado del Poder Ejecutivo, que actúa con autonomía técnica. Se vincula administrativamente con el mismo, a través del Ministerio de Industria, Energía y Minería. Su objetivo es proteger los derechos de los consumidores, controlando el cumplimiento de las normas vigentes y asegurando que los servicios regulados tengan un adecuado nivel de calidad y seguridad, a un precio razonable.

Por Resolución N° 28/008 de URSEA se creó la base de datos de los agentes vinculados a la Producción y Comercialización de Agrocombustibles, en la misma se registraron las personas que desarrollen esta actividad, y deberán presentar información al respecto y esto será de carácter obligatorio para poder obtener la autorización necesaria para producir agrocombustibles.

Cuadro 6: Emprendimientos asociados a la producción y comercialización de agrocombustibles

Empresa	Departamento
Instituto Nacional de Investigación	Canelones
Nimecor S.A	Tacuarembó
Urupema S.A	Canelones
Ecodiesel S.A	Montevideo
Polo Tecnológico - Facultad de Química - UdelaR	Canelones
Arrozur S.A	Treinta y Tres
Pinter S.A	Soriano
Afratur S.A	Colonia
Kareloy S.A	Canelones
Ilerral S.A	Artigas
Indisur S.A	Paysandú
Sociedad Rural de Durazno	Durazno
Alcoholes del Uruguay S.A	Artigas
Alcoholes del Uruguay S.A	Montevideo

Fuente: URSEA

ALUR es una empresa agroindustrial sustentable perteneciente al grupo ANCAP, que genera un alto impacto económico y social a través de la producción integrada de Azúcar, Etanol, Biodiesel, Energía y Alimento Animal. Genera 4.000 puestos de trabajo e inversiones industriales por 72 Millones de Dólares.



Figura 10: Emprendimientos de ALUR
Fuente: ALUR

Capacidad anual instalada:

- 40.000 Ton. de azúcar
- 28.000 m³ de etanol
- 18.000 m³ de biodiesel
- 25.000 Ton. de harinas proteicas / alimento animal
- 12 MW Energía eléctrica

Debido a la producción de Biocombustibles, azúcar, alimento animal y energía eléctrica, ALUR permite la sustitución de Importaciones por 75 Millones de dólares.

Los cultivos oleaginosos cultivados en áreas significativas en el Uruguay son la soja y el girasol, los mismos fueron seleccionados y mejorados para el fin primario que

tuvieron en nuestro país que fue la producción alimentaria, no pensándose en su contenido energético.

En lo que respecta a la cadena industrial, se podría ver como un sector en vías de desarrollo. Una de las mayores limitantes es la cantidad a ser producida lo que queda determinado por el porcentaje reglamentario de los biocombustibles en los combustibles tradicionales y por los costos de producción, los cuales quedan condicionados a la fase agrícola.

Por todo lo antedicho, es que son alternativas energéticas que requieren mecanismos promocionales para hacer viable e incentivar estas actividades que permitan el logro del proceso productivo alineado con las políticas energéticas y sectoriales.

ALUR en sociedad con una importante aceitera local COUSA pusieron en marcha un proyecto de producción de biodiesel con aceite de girasol. El acuerdo entre ambas empresas implica la compra conjunta del grano de girasol, y luego de industrializada la materia prima, la utilización de parte del aceite resultante para el emvasado y comercialización de aceite comestible y parte para la producción de biodiesel. La empresa ALUR ha montado dos plantas modulares de origen sueco que producirán 16.000 toneladas anuales del biocombustible en las instalaciones de la empresa aceitera COUSA y ya han comenzado las pruebas de mezcla con gas oil.

De este proceso productivo, al igual que en la cadena sucro-alcoholera de Bella Unión, surge un subproducto al que se agrega valor para luego utilizarlo como alimento para animales. Es así que, a partir de los residuos de harina oleaginosa es posible producir “tortas” de harina girasol o de harina soja que posteriormente pueden comercializarse en el mercado interno, permitiendo prescindir de una parte importante del alimento para rumiantes que actualmente es importado.

En el sector privado, la cooperativa COPAGRAN en los años 2008 y 2009, inauguró dos plantas de producción de biodiesel en Colonia y Río Negro respectivamente. Esta cooperativa produce también raciones para animales como subproducto del proceso.

La producción de biodiesel diaria es de 4 mil litros por día, el cual se destina para autoconsumo y flotas cautivas. En la planta de Colonia se procesan entre 6 y 8 mil toneladas de soja por año y se espera que en la de Río Negro se procesen entre 10 y 12 mil toneladas de soja anuales.

2.2.2 Materias Primas:

Los aceites vegetales destinados a la producción de biodiesel, se obtienen, en la actualidad, por procedimientos convencionales a partir de semillas oleaginosas de las que girasol, soja y colza, son las más utilizadas. Los contenidos de aceite predominantes son: girasol de 40 a 48%, soja de 17 a 21% y colza de 44 a 50%.

Los litros de biodiesel que se obtienen por hectárea dependen de la productividad media del cultivo que da origen al aceite vegetal. En las condiciones de nuestro país podrían esperarse:

- Soja (Glicine max) : 350 a 500 litros/ha
- Girasol (Helianthus annus): 650 a 800 litros/ha
- Colza (Brassica napus): 800 a 900 litros/ha

El ciclo de los cultivos así como la inserción de los mismos dentro del ciclo anual, la secuencia con otros cultivos y la rotación con pasturas sembradas resulta ser una consideración importante a la hora de promover la utilización de los cultivos oleaginosos. En nuestro país existe una amplia predominancia de los oleaginosos de ciclo estival como el girasol y la soja. En cambio las siembras de colza, oleaginoso de ciclo invernal de amplia difusión Europa y Canadá, son aún incipientes en el país.

La industria aceitera nacional participa con cierta relevancia en el mercado doméstico de girasol, siendo escasa su actividad en el mercado de soja (el consumo doméstico de aceites privilegia al de girasol). El mercado local de aceites es abastecido en forma importante por aceite importado (más de un 50% en los últimos años). De este modo la formación de los precios internos del aceite ocurre en un escenario de “escasez” que ubica las cotizaciones en los niveles de la equivalencia o “paridad” de importación.

Cuadro 7: Rendimientos y hectáreas de girasol y soja

<i>Cultivo</i>	<i>Año</i>	<i>Superficie (miles de has)</i>	<i>Producción (miles de TT)</i>	<i>Rendimiento (kg/ha)</i>
Girasol	2005	118	150.5	1276
	2006	58.8	80.6	1371
	2007	38.5	43.1	1120
	2008	34	54.2	1594
	2009	55.1	50.6	918
	2010	10	9.1	910
Soja	2005	278	478	1720
	2006	309.1	631.9	2044
	2007	366.5	779.9	2128
	2008	461.9	772.9	1673
	2009	577.8	1028.6	1780
	2010	863.2	1816.8	2105

Fuente: DIEA. MGAP Anuario 2011

En el Uruguay el sebo es producido en los frigoríficos como un subproducto, tiene como destino principal la exportación, en el siguiente cuadro se ve el volumen exportado en los últimos años.

2.2.3 Coproductos:

En el proceso de producción de biodiesel resultan, como coproductos de la fase de elaboración del aceite crudo, las tortas, expeller o harinas oleaginosas que son utilizados en la alimentación animal y, como subproducto de la transesterificación, la glicerina (o glicerol).

Respecto a los coproductos de la extracción de aceite, Uruguay es importador neto, en particular de harina de soja de origen argentino (unas 35 mil toneladas anuales), volúmenes que podrían ser sustituidos por producción nacional en caso de ampliarse la molienda de oleaginosas en el país. En el caso de la glicerina, el mercado interno no absorbería toda la producción y no se ha identificado claramente mercados para su comercialización. La glicerina es un subproducto que requiere purificación, debiendo ser refinada para obtener un producto comercializable en los campos de la industria farmacéutica y cosmética. Dadas las expectativas de producir biodiesel en la región, se espera exista un cierto excedente que podría generar dificultades de colocación.

2.2.4 Industria aceitera:

La industria aceitera local, pese a contar con abundancia de materia prima de producción nacional, enfrenta dificultades para abastecer el mercado doméstico de aceites comestibles, habiendo perdido sostenidamente participación relativa frente a los aceites importados. Entre las diversas razones que fundamentan este problema de competitividad, se destaca el elevado costo medio de molienda originado en los tamaños de planta predominantes (en una rama industrial que globalmente a apoyado su desarrollo en el aprovechamiento de fuertes economías “de escala”) y en la reducida utilización de la capacidad instalada. En la base de esta realidad se ha encontrado la dimensión de la demanda nacional de aceites comestibles, a partir de una población reducida de lento crecimiento y con dificultades para expandir la pauta de consumo individual. La industria local, dimensionada para atender el mercado doméstico, se vio muy afectada por las presiones competitivas derivadas de la creciente apertura comercial, reduciéndose el número de firmas y la capacidad de procesamiento.

En los últimos años el nivel medio de molienda se ha ubicado entre 30 a 40 mil toneladas anuales, esencialmente de grano de girasol.

2.3 ETANOL:

Es una cadena productiva que contiene varias cadenas en si misma, la agrícola, la industrial y la energética. La cadena agrícola, por como es la coyuntura nacional tiene un amplio desarrollo en el país y lo ha tenido a lo largo de la historia si se mencionan los cultivos tradicionales como la caña de azúcar para etanol y sorgo dulce.

El mercado alimentario es el que gobierna sus precios. Es por esto que si lo que se pretende es tener cultivos como fuente energética deban desarrollarse otras materias primas para ellos que no compitan con dicho cultivo en otros destinos como ser el consumo para alimentación, tanto local como para exportación.

Actualmente ALUR tiene plantadas unas 400 hectáreas de sorgo dulce para procesamiento de etanol, las que se adicionarán al volumen del biocomustible procesado en la pasada zafra azucarera. La mayoría de las chacras cuentan con riego artificial para mitigar el impacto por déficit hídrico.

Por otro lado, ALUR terminará los proyectos para el montaje de otra planta de etanol en Paysandú y la segunda de biodiesel en Montevideo. Ahí se definirá el tipo de tecnología que tendrán ambas iniciativas y que contarán con la participación de capitales privados. Además en la en la última zafra azucarera en Bella Unión se obtuvieron en promedio 111 kilos de azúcar por cada tonelada de caña que ingresó al complejo agroindustrial.

Para este año la empresa pública que opera bajo el derecho privado, prevé llegar a que la superficie de este cultivo alcance las 10.000 hectáreas, mientras que para el proceso de cosecha, se industrializarán 8.000 hectáreas de caña. Para la primavera de 2011 se prevén implantar otras 1.000 hectáreas nuevas de caña de azúcar.

También se proyecta comenzar a procesar sorgo dulce en contra-estación de la caña de azúcar, y también se trabaja en investigación para implantar variedades de caña de maduración temprana que permitan mejorar la gestión de la zafra, con lo cual se puede decir que la producción de bioetanol esta liderada por ALUR y que además, según fuentes internas, están en condiciones de satisfacer los porcentajes reglamentarios de bioetanol en naftas.

En cuanto a la producción agrícola de caña de azúcar se presentaron los siguientes datos:

El cultivo de caña de azúcar se encuentra localizado en su totalidad en el departamento de Artigas. Las condiciones climatológicas mas propicias para este cultivo son en este departamento y en el norte de Salto. Según el ultimo censo agropecuario del 2000 publicado por DIEA-MGAP, en el departamento de Artigas se tienen 19.040 hectáreas de tierras improductivas. Esto refleja la potencialidad de tierras para cultivo de caña aunque no toda esta tierra tiene porque ser propicia para este cultivo. El destino de esta cosecha fue en su totalidad para obtención de azúcar (MGAP – DIEA).

Cuadro 8: Rendimientos y hectáreas de caña de azúcar

<i>Cultivo</i>	<i>Año</i>	<i>Superficie (miles de has)</i>	<i>Producción (miles de TT)</i>	<i>Rendimiento (kg/ha)</i>
Caña de azúcar	2005	3.2	154.2	48188
	2006	3.1	172.2	55584
	2007	3	144.5	48818
	2008	5.2	293.2	56513
	2009	6	334.1	55330
	2010	5.8	296.5	50990

Fuente: DIEA. MGAP. Anuario 2011

En principio tanto los cultivos de sorgo como de caña no tendrían oportunidad de ser exportados, por lo cual se debería evaluar únicamente el costo de oportunidad de utilizar el recurso tierra, así como los costos de oportunidad asociados a todos los recursos necesarios para desarrollar este cultivo. Por lo tanto existen potenciales perspectivas de crecimiento y existe la posibilidad de incorporar también nuevas materias primas que sirvan como fuentes energéticas en la producción de bioetanol.

Por otro lado, en la actualidad existen diferentes líneas de investigación desarrolladas localmente por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Uno de ellos es la obtención de bioetanol a partir de boniato y pastos perennes. Se estudia su potencialidad, y en particular los principales aspectos tecnológicos de su transformación en etanol. Dichos cultivos deben adaptarse a nuestras condiciones de clima y suelos. Lograr que la producción sea competitiva en la etapa agrícola es determinante de la viabilidad económica de los proyectos de generación de energía sobre todo si se considera el porcentaje alto que tienen los combustibles en los costos de operación, que están en un rango de entre 70 y 80% del costo de producción.

Para el etanol las alternativas de elaboración, en el corto y medio plazo, parecen focalizarse en la caña de azúcar, en el marco de los procesos de inversión ya iniciados en Bella Unión por parte de ANCAP.

Los granos de maíz o de sorgo darían lugar a costos de elaboración superiores a los de la caña de azúcar, al tiempo que serían necesarias decisiones de inversión industriales que no parecen visualizarse en un horizonte de mediano plazo. El desarrollo de etanol con base en sorgo dulce y remolacha azucarera, requerirá culminar con la exploración de su viabilidad técnica y económica en el país.

Finalmente otras posibles materias primas, como los residuos forestales y del aserrío, la paja de cereales, en general, y otras fuentes “lignocelulósicas”, se encuentran aún en etapas tempranas de I+D, aunque pueden ser muy importantes materias primas en el mediano plazo.

3 IMPACTOS ECONOMICOS:

3.1 ENERGÍA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA:

Una cuenta rápida podría decir que Uruguay es capaz de desarrollar una Potencia máxima de hasta 121 MW a nivel nacional en base a los tipos de residuos considerados (luego de sustraer 38,5 y 13 MW comprometidos en proyectos de generación de energía eléctrica en base a biomasa forestal y agrícola, respectivamente) Figura 7.

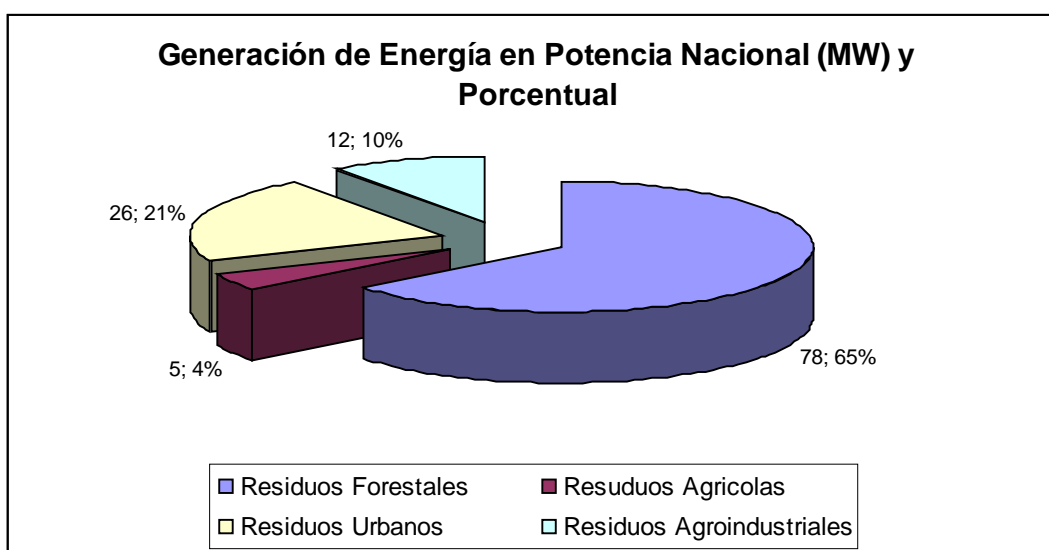


Figura 11: Energía potencial generada a partir de diferentes materias primas

De querer desarrollar políticas nacionales que impulsen la utilización de residuos de biomasa para la generación de energía eléctrica, la misma debería estar enfocada en los residuos forestales generados en campo. Si se consigue desarrollar ese mercado, los residuos generados en aserraderos acompañarán automáticamente dado que tendrán un mayor margen sobre la materia prima e inclusive podría ser un incentivo para la instalación de más aserraderos.

El desafío para el desarrollo de este mercado está en pactar un precio justo y razonable que incentive las inversiones necesarias para la obtención de la materia prima (costos de recolección) como así también el interés de los proveedores de la misma (valor de la materia prima). Bajo los esquemas de producción actual, estas inversiones deberán estar enfocadas en la tecnología de recolección de residuos (que no existe actualmente en el Uruguay).

Otra opción que deberá analizarse profundamente es la posibilidad del establecimiento de plantaciones específicas para la producción de materia prima para fines energéticos (plantaciones energéticas).

La tecnología (calderas, turbinas, etc.) y la logística para la transformación de esta materia prima en energía ya están desarrolladas y presentes en el Uruguay.

Con respecto a la generación de energía eléctrica a partir de residuos urbanos básicamente se concentra en un solo proyecto. Por consiguiente no sería necesario desarrollar políticas sino un proyecto específico. Cabe destacar que el mismo, al tener un alto grado de involucramiento social y de subsidios incluidos (por ejemplo entrega de la materia prima) el rol del Estado y su participación será fundamental.

3.1.1 Inversiones requeridas:

En cuanto a las inversiones requeridas cabe destacar que Uruguay cuenta con un gran porcentaje de componente nacional y con capacidad técnica y de mano de obra para la fabricación de gran parte de los equipos necesarios para estas centrales térmicas. Según consultas realizadas a empresas nacionales se estima entre 50 y 70 % de la inversión podría ser realizada con participación de bienes de capital y know-how nacional.

Debido a los precios relativos del fuel oil y la variabilidad e incertidumbre respecto a la disponibilidad de gas natural que ha tenido nuestro país presionaron al alza en la demanda de equipos generadores a partir de biomasa.

3.1.2 Potencialidades:

A continuación se presentan las principales características que favorecen las condiciones de producción en Uruguay:

- Altos precios internacionales de otras fuentes y tecnologías
- Variabilidad y crecimiento del precio de fuentes energéticas como la del crudo
- Situación energética regional y nacional deficitaria.
- Demanda de energía en tendencia creciente en Uruguay y en el mundo y necesidad de diversificación de la matriz energética primaria para abastecer la demanda.
- Mecanismos internacionales de reducción de emisiones de CO₂ y oportunidad de recibir beneficios económicos por comercialización de Certificados a futuro.
- Buen potencial nacional en residuos debido a la estructura productiva del país.
- Disponibilidad de recursos para los sectores generadores de biomasa y residuos como ser tierras de buena calidad, agua etc.
- Experiencia industrial metal-mecánica en estos rubros y competitividad internacional
- Capacidades técnicas, académicas para de obra locales
- Módulos de producción adaptados al tamaño de la industria local
- Buena disponibilidad de recursos energéticos y obtenidos de manera descentralizada debido lo cual impacta en el desarrollo no centralizado de toda la cadena.
- Existe estrategia local y mundial destinada a alentar incorporación de renovables y de aumentar el porcentaje en la matriz energética primaria de fuentes renovables (50% al 2015)
- Una de las metas a corto plazo, año 2015, son las de tener generación a partir de biomasa de 200 MW de potencia instalada

- Existe un marco regulatorio, aprobado por decreto del Poder Ejecutivo, que permite que privados generen energía eléctrica a partir de biomasa y la vendan a UTE
- Efectos directos en la creación de empleo distribuido geográficamente
- Ahorro de divisas, por sustitución de importación de fuentes externas, crudo, gas o incluso importación de energía eléctrica a países vecinos (Argentina y Brasil)
- Necesidad de cada vez más grado de independencia energética con el resto del mundo por utilización de fuentes autóctonas, debido entre otras cosas a altas volatilidades de precios de crudo y gas.
- Incentivos en la calificación de proyectos de cogeneración en la promoción de nuevas industrias

Una de las mayores potencialidades de este sector es que ha presentado un crecimiento sostenido debido a su competitividad energética. Uruguay cuenta con el recurso vinculado a diferentes sectores como ser el agrícola, ganadero y forestal, que además tienen potencial de crecimiento en los próximos años.

En el cuadro mostrado a continuación se detallan los emprendimientos para generación de energía eléctrica a partir de diversas fuentes de biomasa disponibles en nuestro país.

Cuadro 9: Proyectos de generación de Electricidad a partir de Biomasa:

Agente	FUENTE	Potencia instalada	Potencia autorizada	Contrato	Mercado SPOT
BIOENER S.A.	MADERA	12 MW	12 MW	✓	
FENIROL S.A. - ERT	MADERA, CASCARA DE ARROZ	10 MW	10 MW	✓	
GALOFER S.A.	CASCARA DE ARROZ	14 MW	12,5 MW	✓	
LAS ROSAS - I.M.MALDONADO	BIOMASA/RELLENO SANITARIO	1,2 MW	1,2 MW	✓	
LIDERDAT S.A.	MADERA	5 MW	4,85 MW		✓
PONLAR	MADERA	2,5			
UPM S.A.	LICOR NEGRO	161 MW	161 MW	✓	
WEYERHAEUSER PRODUCTOS S.A.	MADERA	12 MW	12 MW	✓	
AQUIA MADERAS	MADERA	1 MW			
ALUR S.A.	BAGAZO DE CAÑA	10 MW	5 MW	✓	

Fuente: ADME

Entre los emprendimientos generadores de electricidad con biomasa forestal se destaca el de la empresa UPM. Esta firma cuenta con más 180.000 hectáreas forestadas con

eucaliptos en Uruguay y ha realizado una inversión próxima a los 1.200 millones de dólares. Este emprendimiento, llevado adelante principalmente por capitales finlandeses, cuenta además con una planta de cogeneración de energía térmica y eléctrica a partir del licor negro que surge como subproducto de su proceso industrial.

El excedente energético de la empresa se vierte a la red de UTE eléctrica nacional. En el año 2008 la empresa Botnia vendió a UTE 116 GWh, lo que representó un 0,2% del total de la demanda de energía eléctrica del país.

Bioener S.A se encuentra ubicado en el departamento de Rivera. Esta firma forma parte de un grupo económico junto a COFUSA, empresa forestal y Urufor S.A, aserradero. Bioener utiliza como materia prima para generación de energía los residuos generados por las dos empresas mencionadas, además de comprar a terceros. La planta genera energía térmica para el proceso productivo de Urufor y energía eléctrica para autoconsumo, el excedente es vendido a UTE.

La empresa Liderdat SA, se encuentra en Paysandú presenta una planta para la generación de electricidad y energía térmica que opera utilizando residuos de aserradero y leña como combustible. Es una planta de 5 MW de potencia instalada y la energía eléctrica generada es vendida a UTE con la modalidad de venta a precio SPOT.

En Tacuarembó se encuentra Los Piques S.A. Se trata de una empresa del grupo Weyerhaeuser, que realizan forestación y cosecha, así como en la producción de tableros plywood y en la generación de energía eléctrica para autoconsumo con una potencia instalada de 12 MW, cuyo remanente es vendido a UTE.

También en Tacuarembó, está ubicada la empresa Fenirol S.A, que cuenta con capitales de cuatro grupos empresariales de Uruguay, Brasil y Grecia. Se trata de una planta con 10 MW de potencia instalada que opera con residuos forestales y con cáscaras de arroz.

En el departamento de Maldonado, hace más de 10 años se produce biogás el cual es producto de la biodigestión anaerobia de residuos urbanos generados por los habitantes de los principales núcleos urbanos del departamento. Tiene una capacidad instalada de 1,2 MW que vuelca la energía a la red de UTE. Esta es una alternativa interesante en ciudades donde los residuos urbanos se tornan como un problema, cerca de zonas de acopio y también cerca de otros generadores potenciales de este combustible como ser frigoríficos, o centros de faena o cría de pollos.

Biomasa: Flujo Energético y Cadenas Industriales

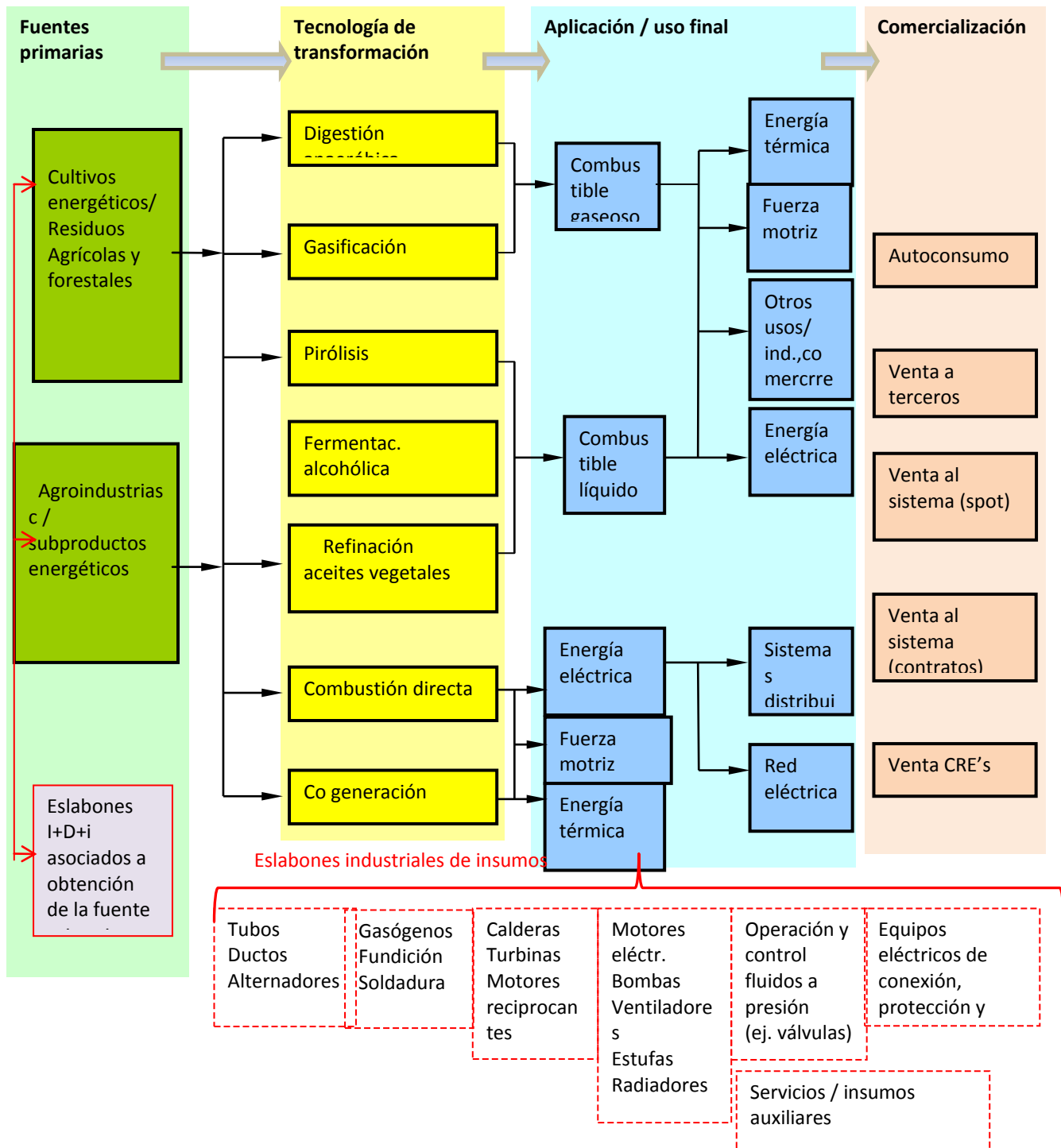


Figura 12: Flujo energético y cadenas industriales
Fuente: Gabinete Productivo, Cadenas de Valor I, sector energías renovables

Los actores involucrados son claramente los que surgen de cada sector involucrado en esta cadena. Como se mencionó previamente el sector agrícola, ganadero y forestal, así

como el industrial. Existe una diversa ubicación geográfica de los actores proveedores de materia prima relacionada con las aptitudes agrícolas del País.

La estructura de inversiones permite, entre otras cosas, identificar potenciales componentes de origen nacional y dirigir a ellos medidas de apoyo más específicas. Se toma como base una instalación de mediano porte, del orden de 10 MW. El valor de inversiones se sitúa en el entorno de 12 a 15 millones de dólares (aunque es necesario considerar posibles crecimientos tanto por fluctuaciones de insumos como por devaluación relativa del dólar).

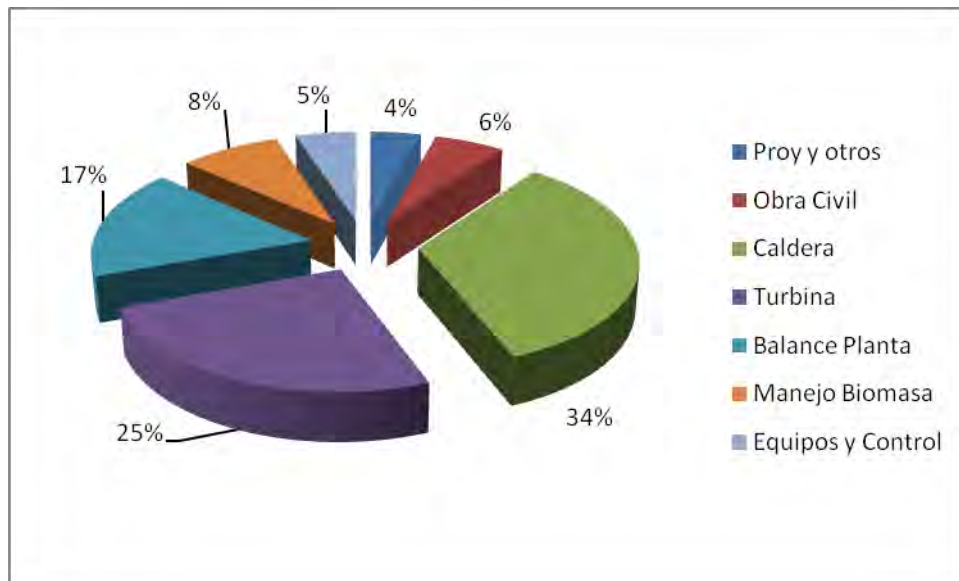


Figura 13: Componentes de proyecto, expresados en % de la inversión total.
Fuente: DNETN-MIEM

3.2 BIODIESEL:

Tres cuestiones centrales se abren al considerar el impacto sectorial del desarrollo de los biocombustibles:

- su significado para la producción agrícola
- cómo condiciona la disponibilidad/precio de materia prima a la industria y la eficiencia del sistema,
- otros impactos, incluyendo la disponibilidad de coproductos o el aprovechamiento de subproductos.

Estas cuestiones adquieren relevancia diferente en cada uno de los biocombustibles. La elaboración de estos productos puede dar lugar a aumentos de la demanda doméstica de las diferentes materias primas necesarias para su elaboración y cada una de ellas implica diferencias importantes en la generación de actividad sectorial. Pero también para la elaboración industrial, por los ajustes del proceso para lograr calidades adecuadas y – especialmente- en los costos de producción, condicionando así la competitividad a nivel microeconómico y los costos agregados de la instrumentación de la política pública.

En el caso del biodiesel, el país cuenta con una oferta de soja y girasol, mayoritariamente destinada a la exportación, muy superior a la necesaria para producir la cantidad de biodiesel que impondrá el corte obligatorio del marco legal. Por tanto, una consecuencia que podría provocar la producción doméstica de biodiesel es un cambio en el destino comercial de parte de la oferta nacional de granos oleaginosos, desde la exportación hacia la molienda en el país.

La oportunidad de ampliar los niveles de molienda nacional podría generar ganancias de competitividad en la industria aceitera, a partir de la ampliación significativa de la demanda de aceite que surgirá de la conformación del mercado doméstico de biodiesel. Asimismo, una expansión de la molienda daría lugar a incrementos en la oferta de harinas proteicas, cuya demanda creciente viene siendo atendida con producto de origen importado, lo que podría contribuir a mejorar el desempeño competitivo de las cadenas agroindustriales de la producción animal.

La posibilidad de aumentos en el área agrícola asociados directamente con la mayor demanda nacional de oleaginosos parece, en cambio, menos evidente. La ampliación de la actividad agrícola implica asumir, en el corto plazo, costos incrementales por unidad de producto, al incorporarse tierras peores al proceso productivo (ya sea por su calidad, su localización, la infraestructura disponible, o cualquier otro factor desventajoso). Por tanto, la ampliación agrícola, además factores constantes, requerirá de mejores precios por unidad de producto; y no parece que esta sea necesariamente la resultante de la incorporación de los granos en la cadena agroindustrial de los biocombustibles, ya que, como se indicara, éstos apoyan su viabilidad en el bajo costo de la materia prima, lo que limita, por tanto, las posibilidades de agregar valor a los granos.

No obstante, la producción de biodiesel podría ser soporte de la expansión agrícola en la medida que diera lugar a la incorporación de nuevos puntos de demanda para los granos

oleaginosos. En la actualidad esa demanda se ubica esencialmente en Nueva Palmira (para la exportación) y en Montevideo (para la industria aceitera), lo que genera restricciones importantes para la localización de la agricultura oleaginosa en regiones distantes de esos puntos. Por tanto, la instalación de plantas productoras de biodiesel en otros sitios puede hacer viable la producción de granos oleaginosos en localizaciones remotas que cuenten con la calidad de recursos y la infraestructura adecuadas.

Asimismo, los emprendimientos dispersos geográficamente requerirán, para su viabilidad económica, de la existencia de mercados demandantes, tanto para el biodiesel como para las harinas proteicas resultantes del proceso de extracción del aceite. De este modo, pueden ser, también, un factor dinamizador de los procesos de intensificación de la ganadería en esas localizaciones, mediante la provisión de alimentos (harinas proteicas) en condiciones de precio más competitivas (estos productos son hoy abastecidos desde la industria de Montevideo o los puertos en el caso de la importación).

La actividad ganadera recibiría otros beneficios de la expansión agrícola a nuevas regiones, a partir del desarrollo de las redes de servicios que dan soporte a la agricultura, permitiendo la modernización de sus propios procesos productivos, en particular el desarrollo de la agricultura forrajera. Asimismo, la necesidad de incorporar otras alternativas agrícolas en la secuencia de cultivos por razones de sostenibilidad (tanto pasturas sembradas como cereales) abriría oportunidades adicionales para la intensificación ganadera en esas regiones, al disponer de una oferta que, habida cuenta de los elevados costos de transporte, priorizará el consumo local.

Finalmente, también se abren oportunidades interesantes para la cadena cárnica a partir de otra materia prima, menos difundida pero muy promisorio, como el sebo vacuno. Su uso posibilitaría el aprovechamiento de ese subproducto de la industria frigorífica, que en la actualidad es mayoritariamente exportado en la forma de sebo “fundido”. El volumen de las exportaciones de los últimos años es suficiente para cubrir las necesidades de materia prima requeridas por las metas de mezcla de biodiesel que propone el marco legal.

Debe destacarse que el sebo constituye la materia prima de menor costo (en el mercado FOB se ha ubicado, en los últimos meses, en un rango 30 a 40% más barato que el aceite de soja), aspecto que puede ser de suma relevancia para compensar ciertas desventajas que incorpora en el proceso de elaboración y en el propio uso del combustible.

La incorporación del biodiesel a la matriz energética representaría una oportunidad de expansión significativa del mercado nacional de aceites, que permitiría la ocupación plena de la capacidad instalada industrial y/o la ampliación de la capacidad de procesamiento, haciendo posible una reducción de los costos medios de elaboración con las consiguientes ganancias de competitividad en la cadena.

Si se toma en cuenta que para abastecer una producción de biodiesel que sustituya el 5% del gasoil sería necesario procesar unas 245 mil toneladas de grano de soja o unas 100 mil toneladas de girasol y que a esos volúmenes habría que agregar la molienda necesaria para atender parte del mercado doméstico de aceites comestible, resulta evidente el alto impacto que puede generarse sobre la actividad de la fase industrial de

la cadena. En la industria local se señala que los costos medios de molienda pueden abatirse en unos U\$S 15 por tonelada de grano procesado, en caso de lograrse la plena ocupación la capacidad de procesamiento instalada. Eso representaría, un abatimiento de costos agregado de U\$S 450.000 a 600.000 anuales. Asimismo, deben mencionarse los beneficios derivados de la expansión del nivel de actividad de la industria aceitera, tanto en nivel de ocupación como en la mejora de su capacidad de competencia en el mercado de aceites comestibles, lo que puede permitir la recuperación de la participación relativa en el mercado local sustituyendo importaciones.

Finalmente, pueden identificarse otros efectos favorables sobre otras cadenas agroindustriales, en particular las de la producción animal intensiva (aves, suinos, vacunos) demandantes de harinas oleaginosas en diferente proporción en su dieta. Una expansión de la molienda de soja en el país permitiría superar la actual situación de escasez de harina de soja, que genera una sostenida corriente de importaciones y da lugar a un alto costo del producto para los demandantes. Por tanto, un incremento de la oferta local de harinas oleaginosas podría revertir la condición del mercado, de escaso a excedentario, y, así, generarse condiciones diferentes para la formación del precio local que permitan menores precios del producto y generen ganancias de competitividad en las cadenas demandantes.

Los impactos positivos en la economía, se dan sobre todo en los sectores indirectamente relacionados con la producción. El valor agregado y la actividad económica generada se dan principalmente en los sectores que brindan productos y servicios a la actividad industrial y agropecuaria.

Análisis de la instalación de una planta de Biodiesel en Uruguay:

El estudio de la producción de biodiesel se ha realizado intentando dejar de lado todos los problemas que puedan surgir por temas de localización y logística, intentando abarcar la generalidad de los casos.

Se supone que el volumen de producción de biodiesel no modifica los costos de producción de la refinería. De acuerdo a las estimaciones de ANCAP un volumen de producción de 45000 m³ por año no altera esencialmente la producción de la refinería, en consecuencia para estos valores de producción el valor agregado de la refinería se mantendrá, así como los insumos requeridos.

De acuerdo a los estudios de ANCAP, los precios que resultan indiferentes (ni beneficio ni pérdidas) para esta empresa son cercanos al precio de paridad de exportación. Se asume este precio para el estudio quedando claro que en este valor es sin duda bastante conservador.

La única inversión considerada es la necesaria para la planta de producción de biodiesel estrictamente, y se ha omitido la inversión en la producción de aceites como así también la posible inversión adicional necesaria en maquinaria agrícola, tampoco se consideró la inversión adicional en almacenaje de los granos.

La inversión requerida para el tratamiento o eliminación del glicerol (contaminado) no fue considerada, ni la posible comercialización de este subproducto del proceso de

producción de biodiesel. Sin embargo, los datos técnicos inevitablemente deben provenir de alguna especificación del proceso y de los volúmenes.

Los datos técnicos de la producción de biodiesel provienen de la cotización de una planta de biodiesel de 45000 m³ por año. Este volumen representa aproximadamente un 5% del consumo total de gas oil. La hipótesis de sustituir el 5% de la demanda se entiende como una cota máxima a aspirar en el corto plazo, dado que esta mezcla está suficientemente probada y además avalada por los fabricantes de motores, adicionalmente se corresponde con la normativa de calidad (Norma UNIT Uruguay) que está elaborándose.

Si se considera una única planta se tiene un efecto sobre las economías de escala en la producción de biodiesel, y además reduce los costos de manipulación y procesamiento del glicerol (que no han sido tenidos en cuenta). En el caso de una planta de porte los coeficientes de extracción son entorno al 40 % (extracción por solvente), en el caso de pequeñas plantas la extracción se reduce entre 8 y 10 puntos porcentuales.

Se ha denominado Subsidio a todo pago necesario para rentabilizar la producción de biodiesel (al 10%), con una inversión inicial de 3,3 millones de US\$ y 20 años de vida del proyecto; este subsidio proviene básicamente de la diferencia entre el costo total de producir el petrodiesel y el costo variable de producir el biodiesel.

El peso de los materiales grasos en el total del costo variable del biodiesel está entre 85% y 90%, y por tanto, la utilización de sebo vacuno implica un abaratamiento importante del costo del biodiesel. Se consideró que una tonelada de sebo equivale a una tonelada de aceite, desde el punto de vista del proceso productivo. Puede observarse que la incorporación en la materia prima de 25% de sebo reduce el costo del biodiesel dependiendo del precio del aceite vegetal entre 1,21 y 1,85 pesos por litro e implica una reducción del subsidio entre 2 y 3 millones de dólares respectivamente. En el costo del aceite vegetal, el precio de compra del grano representa alrededor del 85%, por lo que se vuelve crucial este precio para la determinación del costo del biodiesel. Por otro lado, los mayores impactos del biodiesel a nivel nacional se verifican en caso de que pueda asociarse a aumentos en la superficie agrícola como muestran los resultados en ahorros de divisas y generación de valor agregado. Esto nos lleva a concluir que la concepción de mecanismos que permitan el aumento en el área sembrada y no compita con las exportaciones de granos resulta crucial. En el aumento de áreas no se ha considerado el potencial impacto ambiental que podría tener, evaluación que debe hacerse previo a tomar una decisión. Se tomaron dos hipótesis de precio de grano (girasol) en 209 US\$/ton y 241 US\$/ton.

Estos precios implican una rentabilidad de 20% y 30% para el productor dependiendo de las características de sus suelos, sin contar la renta de la tierra que representa alrededor del 10%. Se asumió un precio del sebo de 309 US\$/ton precio que es igual al promedio de las exportaciones del año 2004 (precio relativamente alto).

La producción de glicerol sería de 3900 toneladas anuales (para 45000 m³ de biodiesel), a corto plazo. Encontrar una solución que contemple los aspectos ambientales y económicos para este subproducto se torna muy importante para viabilizar la producción de biodiesel.

La importación de aceite con destino a la producción de biodiesel resulta inconveniente, desde el punto de vista de la evaluación realizada, pero al mismo tiempo implica una ventaja a tener en cuenta, ante indisponibilidades circunstanciales de materias primas de origen nacional.

Se tomaron dos escenarios de precio del barril de petróleo a 60 US\$ y a 80 US\$.

En los últimos años se ha verificado la existencia de creciente interés en el biodiesel de parte de agricultores e industriales oleaginosos, tanto de Uruguay como de Argentina, con diferentes motivaciones. Los agricultores ven con expectativa la posibilidad de diversificar el destino de su producción y de mejorar las posibilidades de colocación y la estabilidad de precio de sus productos. Por otra parte, la producción de biodiesel representa una alternativa no alimenticia para productos transgénicos, que se ven sometidos a barreras comerciales no arancelarias.

En el caso de la industria aceitera uruguaya, la producción de biodiesel constituye una oportunidad para aumentar su escala de producción, y así bajar drásticamente sus costos y mejorar su competitividad.

El proceso industrial actual requeriría de pequeñas inversiones adicionales para el proceso de transesterificación necesario para la producción de biodiesel. Este proceso adicional genera como subproducto a la glicerina, sustancia utilizada en la industria farmacéutica.

Un estudio reciente del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (OPYPA, 2001) sobre la viabilidad del biodiesel arribó a las siguientes conclusiones generales:

- Sin considerar el valor económico de los beneficios ambientales, el biodiesel solamente sería competitivo con el gasoil en la coyuntura atípica de precios vivida en el 2001 (bajo precio de granos oleaginosos, y elevado precio del petróleo). El estudio solamente consideró la posibilidad de comercialización del beneficio sobre el cambio climático, que sería una parte menor del total de beneficios ambientales.
- El desarrollo de una industria del biodiesel tendría importantes impactos macroeconómicos positivos a través de la expansión de la actividad de la cadena oleaginosa y de la mayor recaudación impositiva por expansión del área cultivada.
- El biodiesel también tendría importantes efectos positivos sobre los sistemas agrícola-ganaderos del litoral oeste, en razón de una mayor diversificación productiva.
- La producción de biodiesel permitiría un importante ahorro de divisas por la reducción en las importaciones de gasoil.
- Como contrapartida, se incurriría en un costo fiscal por la disminución de recaudación del IMESI.

- El aumento de escala de producción permitiría a la industria oleaginosa uruguaya reducir sus costos en US\$ 25-30 por tonelada de grano, y llegar a los niveles de costo que hoy tienen sus competidores de Argentina y Brasil. Esto tendría un efecto positivo sobre la competitividad de la industria uruguaya, y podría habilitar una corriente exportadora de aceites comestibles.

El área sembrada con cultivos oleaginosos en Uruguay es en promedio del orden de algo más de 100.000 ha por año, siendo girasol la especie más importante. Actualmente se observa un crecimiento importante del área, particularmente del cultivo de soja, dado por razones de precios de los granos oleaginosos.

La superficie con oleaginosos podría fácilmente multiplicarse o estabilizarse en altos niveles, en caso de existir una política de estímulo al biodiesel. La producción esperable de aceite esperable sería del orden de 700 kg/ha (800 L/ha). Sería posible pensar en una superficie de oleaginosos de 300.000 ha, con la mitad de la producción destinada a biodiesel. Esto daría una producción potencial de 120 millones de litros de biodiesel por año, cifra que representa cerca de 15 % del consumo actual de gasoil.

El estudio de OPYPA mencionado anteriormente consideró la posibilidad de mezclar biodiesel con gasoil en una proporción de 20 % del volumen (B20), lo cual evitaría la necesidad de efectuar adaptaciones a los motores existentes. Considerando este dato, sería concebible que se produjera en el país la cantidad necesaria de biodiesel para comercializar esa mezcla, sin afectar el negocio de destilación de petróleo, ya que se estaría sustituyendo la importación de gasoil y no la de crudo.

El biodiesel también puede ser obtenido a partir de otras fuentes como las grasas animales. Existen tecnologías modernas capaces de procesar mezclas de fuentes, lo cual confiere flexibilidad al abastecimiento de materias primas a una eventual industria del biodiesel, contribuyendo así a su factibilidad económica.

3.3 ETANOL:

La realidad hoy en día es que con las crisis recurrentes de los precios del petróleo a nivel internacional y las repercusiones en las economías de los países en vía de desarrollo, la búsqueda de productos capaces de reducir la dependencia del petróleo es una tarea importante y urgente. Cuando se habla de crisis energética el gran problema es que, en la medida que los recursos energéticos del mundo se van haciendo cada vez menores, la dificultad de los que tienen menor poder adquisitivo para acceder a ellos es cada vez mayor.

Es por esta razón que las energías renovables, como el bioetanol, plantean una oportunidad histórica para los países latinoamericanos. En la actualidad casi todos los países industrializados subsidian a su sector agrícola, situación que pone en desventaja a la región de Latinoamérica y el Caribe, realzar la cadena productiva con generación de empleo es algo que no se puede dejar pasar.

El posicionamiento de Latinoamérica en la materia es estratégico; la disponibilidad de tierras aptas, agua y tecnología no se debe desaprovechar.

El rápido crecimiento económico y la ferviente industrialización de los países en desarrollo, sumado a tensiones geopolíticas alrededor del mundo han mantenido los precios de la energía altos en los últimos años (principalmente el petróleo). Estos factores combinados con un deseo de atacar el calentamiento global y producir menos emisiones tóxicas están haciendo que los gobiernos y la sociedad en su conjunto se focalicen en un objetivo: el desarrollo de fuentes alternativas de energía.

Uruguay, como país petróleo dependiente, no es ajeno a las tendencias y problemas mundiales y por tanto en el 2005 surgió la necesidad de comenzar a producir etanol y biodiesel con materias primas nacionales para diversificar la matriz energética. Los objetivos básicamente son: aumentar la soberanía energética nacional, disminuir progresivamente el consumo de petróleo, disminuir los gases de efecto invernadero y los efectos nocivos en la salud, impulsar el desarrollo de cadenas agroindustriales que posicionen a Uruguay estratégicamente en el mundo y promover el desarrollo económico y social de distintas regiones del país.

El proyecto de Alur actualmente es muy cuestionado por razones de costos, rentabilidad y viabilidad del mismo. Las inversiones para este tipo de proyectos son grandes y los retornos no son inmediatos

Respecto al etanol (alcohol producido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en la remolacha, el maíz, la cebada, el trigo, la caña de azúcar, el sorgo y otros cultivos) existen varios temas debatibles, algunos generales a la industria y otros específicos al proyecto.

El primero es la competencia global por la tierra disponible entre la industria de alimentos y la energética. Esto implica analizar cuanto del desabastecimiento actual de alimentos y el “boom” de los precios agrícolas es causa de las políticas a favor de biocombustibles. La IEA (International Energy Agency) estimó que para alcanzar solamente el 5% del uso del diesel en la Euro Zona, sería necesario desplazar el 15% de la tierra de Estados Unidos que es destinada a la producción de maíz en pos de la producción de bioetanol.

Por otra parte algunos consideran que no es probable que los biocombustibles generen escasez de las materias primas que se consumen en la región y el mundo como alimento, ya que la capacidad de generación de materias primas no ha llegado a su techo y con el surgimiento de nuevas tecnologías y regiones aún no productivas, los volúmenes de producción irán aumentando en el tiempo. Podría verse también como una postura ideológica fomentada por los países productores de petróleo debido a que les conviene petróleo caro y alimento barato

Los principales productores de etanol son Brasil, Estados Unidos e Indonesia. Brasil sólo, produce el 45% del etanol mundial; es pionero, primer productor y exportador mundial de etanol basado en caña de azúcar así como el más eficiente. Planea para el año 2025 producir etanol para sustituir el 10% de la gasolina consumida en el mundo. Eso exigiría multiplicar por doce su actual producción

Respecto al tema de alimento o energía, en Uruguay hay 16.000.000 hectáreas de suelos productivos, de los cuales 14.000.000 se usan para ganadería, 1.000.000 para forestación, 500.000 hectáreas para soja, 100.000 para arroz, 100.000 para trigo entre

otros y para la caña se usan solo 10.000 hectáreas de las cuales 2.500 son solo para alcohol, por lo tanto cuando uno se plantea “alimento u alcohol” hay que ver el contexto.

4 IMPACTOS SOCIALES:

4.1 ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA:

En base a los datos obtenidos se elaboraron representaciones gráficas para localizar los volúmenes de residuos forestales de cosecha por departamento, para el año 2008 y 2020, respectivamente

En base a la información producida, dirigida a estimar la capacidad sustentable en base a residuos de cosechas forestales a nivel nacional, se pudieron identificar departamentos que pudieran conformar “polos” con potencial para albergar proyectos para generación energética a base de residuos forestales de campo y aserrío, como ser la situación de Tacuarembó y Rivera, Paysandú y Río Negro y Lavalleja y, en menor escala, Durazno y Florida.

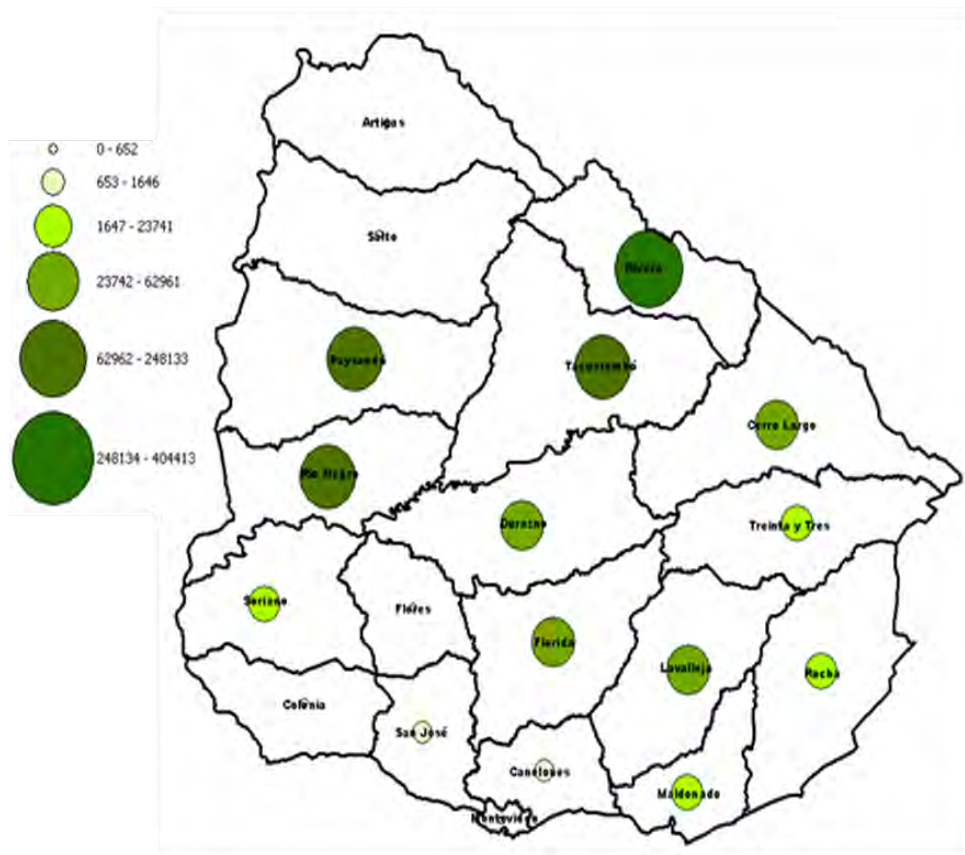


Figura 13: Existencias de residuos de aserradero a nivel nacional (en m³) – Año 2008

Fuente: Dirección Nacional Forestal

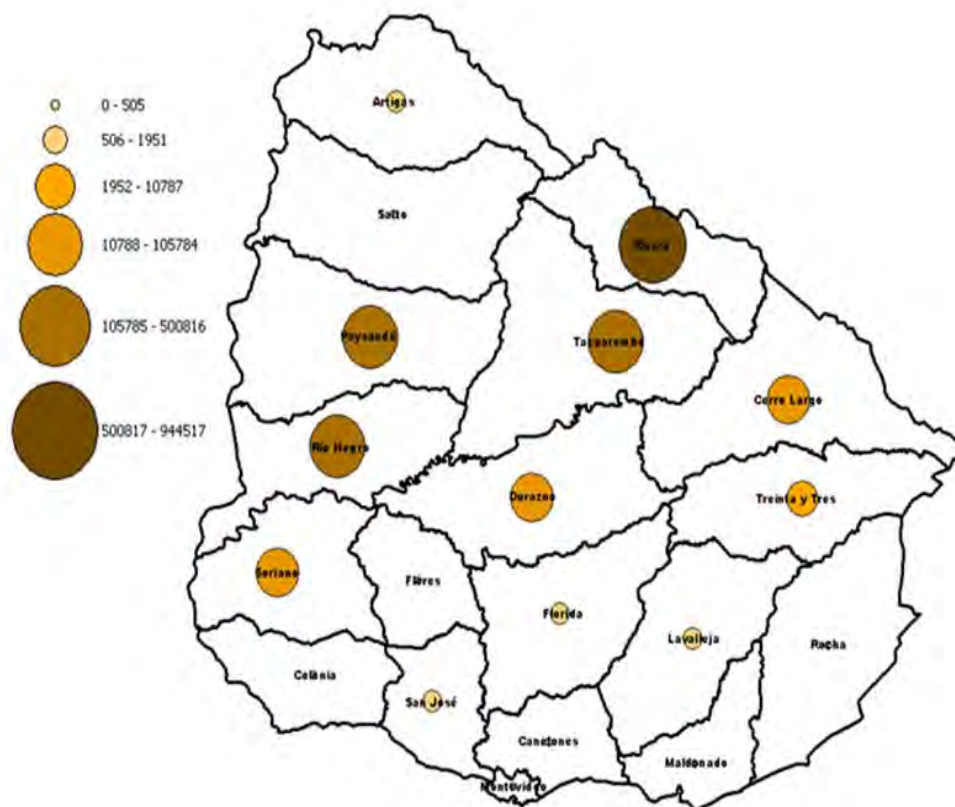


Figura 14: Existencias de residuos de campo a nivel nacional (en m³)-año 2008
Fuente: Dirección Nacional Forestal

Con respecto al impacto social que tendría la generación de energía a partir de los residuos agrícolas, se destaca el efecto que tienen los proyectos de las empresas Fenirol y Galofer S.A., quienes consumirían 107.000 ton/año de cáscara de arroz, más del 50% de la producción nacional y se estarían abasteciendo de la producción de los departamentos de Rocha, Cerro Largo, Treinta y Tres, Lavalleja y Rivera. Estos departamentos en conjunto llegan a acumular una producción anual de 142.303 ton de cáscara de arroz, por lo que, en principio, habría un remanente algo superior a 35.300 ton/año de residuo, capaz de sostener una potencia máxima de unos 4 MW. Este “remanente” es más que probable que se incorpore a los proyectos mencionados, o que pase a formar parte de otro proyecto donde, como en el caso de Fenirol S.A., se proyecte la combustión de diferentes residuos para generar el calor necesario para la generación de energía eléctrica.

De las 57.697 toneladas restantes de residuo producidas en el resto del país, existe un solo punto donde hay una concentración tal como para poder plantear un proyecto de generación de energía a base de biomasa, la conjunción del Departamento de Artigas y Salto. Allí se produciría un volumen de residuos conjunto suficiente para sostener una potencia de 5 MW, con unas 42.620 ton/año (33.173 y 9.447 ton/año, respectivamente).

El desarrollo de este tipo de emprendimientos significa para las mencionadas zonas rurales un impacto social desde el punto de vista de generación de fuentes de trabajo y la subsiguiente activación de la microeconomía local.

4.2 BIODIESEL:

- la creación de nuevos rubros alternativos de producción para el sector agropecuario (por ejemplo, granos para biodiesel, biomasa para etanol, entre otros)
- una menor dependencia de insumos energéticos importados, que hoy tienen una importancia significativa en nuestra balanza comercial, lo cual implicaría una disminución de los riesgos de la actividad económica en general;
- un aporte a la iniciativa de exportar servicios ambientales y energéticos desde Uruguay
- una contribución más a la consolidación del desarrollo sostenible del país y un nuevo elemento de sustento del sello comercial "Uruguay Natural".

4.3 ETANOL:

Además de tener impacto en las relaciones de poder entre los países, regiones y grupos económicos, y en la calidad del medio ambiente, se plantea la cuestión cómo impactará la producción de biocombustibles en la disponibilidad y el acceso a los alimentos, especialmente en los sectores carenciados. Las relaciones son intrincadas y en la bibliografía se pueden encontrar argumentos a favor y en contra.

El aumento en la producción de biocombustibles genera elevadas demandas sobre la base de los recursos naturales, con posibles consecuencias negativas, tanto ambientales como sociales. [Comité de Seguridad Alimentaria Mundial 2007]. Dado que los biocombustibles se producen a base de alimentos o bien compiten por la tierra que puede ser utilizada para la producción de alimentos, los impactos en los mercados de alimentos son directos.

Un aumento en la demanda de biocombustibles puede producir:

- un aumento en el precio de los cultivos energéticos.
- un aumento en el precio de otros cultivos.
- un aumento en el precio de los productos que compiten por insumos con los combustibles energéticos (por ejemplo carne).

- una reducción en el precio de los subproductos de la producción de biocombustibles (por ejemplo glicerina).

Al mismo tiempo, la producción de biocombustibles puede demandar grandes cantidades de agua en algunos casos, lo que puede disminuir la disponibilidad de agua para uso doméstico, amenazando la salud y la seguridad alimentaria de personas (FAO CEPAL 2007).

Por otra parte, se deben analizar los potenciales beneficios para las poblaciones que actualmente tienen dificultades para su provisión de alimentos o energía, beneficios directos en el caso de que sectores carenciados produzcan ellos mismos los biocombustibles. En este caso, se deben tener en cuenta las posibilidades técnicas (necesidades tecnológicas) como económicas (consideraciones de escala, requerimientos de capital, etc.) de que estos sectores se involucren en la producción de biocombustibles.

Como antecedente, se puede mencionar lo sucedido en México a finales de 2006 y principios de 2007. La dieta mexicana utiliza el maíz como un ingrediente principal. Si bien México era autosuficiente en la producción de maíz a comienzos de la década del 80, debido a la aplicación de tratados de libre comercio, políticas desfavorables al sector del agro mexicano, y a subsidios a productores estadounidenses, México pasó de ser autosuficiente a ser importador de gran parte de su consumo de maíz: aproximadamente el 30% del maíz amarillo y el 25% del maíz blanco provienen de Estados Unidos.

El índice del precio del maíz a nivel mundial aumentó un 31% entre julio de 2006 y junio de 2007. Entre las causas de este aumento se encuentra la caída de la cosecha estadounidense debido a la sequía, pero también en la mayor demanda de maíz para la producción de etanol.

Creación y calidad del empleo:

Adicionalmente a los beneficios ambientales de los biocombustibles, una de las principales motivaciones tras la promoción de los biocombustibles es el desarrollo económico rural. La producción de los biocombustibles puede tener un impacto positivo sobre el empleo agrícola y los medios de vida, especialmente cuando el cultivo involucra a agricultores de pequeña escala e instalaciones para la conversión que se localizan cerca de la fuente de los cultivos en áreas rurales.

Por ejemplo, la caña de azúcar en Brasil (que está directamente relacionada con la producción de bioetanol), emplea cerca de 1 millón de trabajadores y se espera que este número crezca en 204.000 en los próximos 5 años.

5 IMPACTO AMBIENTAL:

5.1 ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BIOMASA:

Con respecto a los residuos forestales generados en campo, el volumen estimado de éstos por hectárea se ha reducido ostensiblemente en base a diferentes situaciones. Por un lado se encuentran los cambios en forma de cosecha a su vez relacionados con la reducción de los diámetros aceptados por la industria de la pulpa de celulosa, lo que deja menor cantidad de residuos por hectárea en campo.

Por otro lado está el hecho de que la estimación global de residuos de campo hecha con anterioridad, se ha visto reducida una vez que se consideran las diferentes fracciones del árbol y se descarta el uso de la corteza en base a aspectos medioambientales que día a día van, e irán tomando cada vez más fuerza dentro del sector forestal.

Uno de estos aspectos ambientales, y de los más básicos, consiste en exigir a los productores la permanencia de la corteza en el terreno cosechado debido a la alta cantidad de nutrientes contenidos en ella, que justamente por estar contenidos en esta fracción del árbol son de “liberación lenta” a los suelos, lo que evita en gran medida de que se pierdan por lixiviación, como es el caso de los nutrientes liberados por medio de la quema. Además la corteza juega un papel en la protección física de los suelos, lo que conjuntamente con lo anteriormente expuesto, genera la necesidad de realizar un análisis y justificación profundos que pruebe la viabilidad ambiental y económica de retirar corteza del campo, probando que ello no implicaría incurrir en gastos futuros.

En lo que se refiere a los residuos agrícolas, la importancia del cultivo de arroz en Uruguay, y las características del mismo, hace que este genere un problema desde el punto de vista ambiental en cuanto a la generación de residuos y para los arroceros en cuanto a costos. Es en este punto donde se puede convertir dicho problema en una oportunidad de negocios, utilizando dicha cáscara para la generación de energía.

Como se expresara anteriormente, la generación de residuos del cultivo de arroz alcanza promedialmente las 250000 toneladas anuales de cáscara, por lo que el uso de este residuo como fuente de energía significaría una solución estratégica frente al impacto ambiental que genera.

Así mismo, la utilización de los demás residuos asociados a los restantes cultivos agrícolas, significan una solución a un problema ambiental asociado a la generación de un subproducto que, de no utilizarse para la generación de energía, tendrían un impacto ambiental negativo.

5.2 BIODIESEL:

Si bien el agotamiento del petróleo no es una realidad que aparezca en el horizonte cercano, el cambio climático y la polución del aire son dos factores que están impulsando la idea de comenzar a utilizar este combustible renovable. El biodiesel ya está siendo utilizado en varios países. En Alemania, el caso más notorio, ya hay unas mil estaciones de servicio que lo ofrecen.

Además de una marcada reducción de la emisión de gases con efecto invernadero, el biodiesel resulta en menores emisiones de monóxido de carbono, óxidos de azufre y material particulado fino con respecto al diesel derivado del petróleo. Su condición de biodegradable y su baja toxicidad para los humanos, sumado a una mayor durabilidad de los motores que lo utilizan, lo convierten en una opción altamente deseable para el objetivo de lograr un desarrollo sostenible.

Por último, el biodiesel aparece como otra de las alternativas que merecerían un lugar en el espectro de fuentes de energía del país en el futuro. Este combustible podría ser producido a partir de aceites de girasol, canola o soja, cultivos que tienen una comprobada adaptación a las condiciones de Uruguay.

Una política que promueva la adopción de la mezcla B20 para todo el combustible diesel vendido en el país tendría múltiples impactos socio-económicos y ambientales positivos, más allá de lo que significa la mitigación del cambio climático.

Estos beneficios son comunes a los que surgirían de la adopción de otras fuentes renovables de energía (solar, eólica, biomasa):

- la reducción en la incidencia de enfermedades respiratorias e intoxicaciones en centros urbanos, con el consiguiente ahorro en costos de salud
- una contribución a la descentralización del país y a la generación de puestos de trabajo en áreas rurales, ya que se multiplicarían las áreas de cultivo, se promovería la industrialización de los granos oleaginosos y la industrialización del biodiesel en zonas cercanas a las chacras
- un mejor aprovechamiento de recursos autóctonos y renovables del país (sol, viento, residuos de madera, granos) con mayor valor agregado nacional
- El biodiesel tiene mayor lubricidad que el diésel de origen fósil, por lo que extiende la vida útil de los motores.
- Es más seguro de transportar y almacenar, ya que tiene un punto de inflamación 100°C mayor que el diésel fósil
- El biodiesel podría explotar a una temperatura de 150°C.
- El biodiesel se degrada de 4 a 5 veces más rápido que el diésel fósil y puede ser usado como solvente para limpiar derrames de diésel fósil.
- El biodiesel permite al productor agrícola autoabastecerse de combustible; además, su producción promueve la inclusión social de los habitantes menos favorecidos del sector rural, debido a que no requiere altos niveles de inversión.
- Prácticamente no contiene azufre, por lo que no genera SO₂ (dióxido de azufre), un gas que contribuye en forma significativa a la contaminación ambiental. El Consejo Internacional de Transporte Limpio (ICCT, por sus siglas en inglés) está

considerando al azufre como el “plomo” del próximo siglo. Actualmente en todas partes las legislaciones están exigiendo disminuir el contenido de azufre del diésel, de manera que este sea Low sulpher diesel o LSD (diésel de bajo contenido de azufre). El LSD tiene un menor grado de lubricidad que el diésel, por lo que es más necesario adicionarle biodiesel.

- El biodiesel no contamina fuentes de agua superficial ni acuíferos subterráneos.

Las principales desventajas serían las siguientes:

- El biodiesel presenta problemas de fluidez y congelamiento a bajas temperaturas (menores a 0°C).
- Los costos de la materia prima son elevados y guardan relación con el precio internacional del petróleo. Dichos costos representan el 70% de los costos totales del biodiesel, por lo que este actualmente es un producto relativamente costoso.
- Por su alto poder solvente, se recomienda almacenar el biodiesel en tanques limpios; si esto no se hace, los motores podrían ser contaminados con impurezas provenientes de los tanques.
- El contenido energético del biodiesel es algo menor que el del diésel (12% menor en peso u 8% en volumen), por lo que su consumo es ligeramente mayor.
- El biodiesel de baja calidad (con un bajo número de cetano) puede incrementar las emisiones de NOx (óxidos de nitrógeno), pero si el número de cetano es mayor que 68, las emisiones de NOx serían iguales o menores que las provenientes del diésel fósil.

A continuación se muestran las variaciones de las emisiones de gases efectuadas por los vehículos que utilizan diferentes proporciones de biodiesel en la composición de su combustible:

Cuadro 10: Reducciones o incrementos de emisiones en vehículos que operan con biodiesel de soya, girasol y colza, ya sea en forma pura o mezclado con diésel fósil

<i>Tipo de emisiones</i>	<i>B100</i>	<i>B20</i>	<i>B2</i>
Hidrocarburos no quemados	-67 %	-20 %	-2.2 %
Monóxido de carbono	-48 %	-12 %	-1.3 %
Material particulado	-47 %	-12 %	-1.3 %
Óxidos de nitrógeno	+10 %	+2 %	+2 %

California Environmental Protection Agency. National Biodiesel Conference, San Diego, Estados Unidos, 2006.

5.3 ETANOL:

Hoy en día en el mundo se está viviendo la problemática general del agotamiento progresivo de sus recursos energéticos basados mayoritariamente en combustibles no renovables. Para agravar aún más esta problemática se presenta la situación que el consumo de energía a nivel mundial sigue aumentando a ritmos cada vez más crecientes.

En adición a esto, se continúa acentuando la problemática de la contaminación generada por la liberación a la atmósfera de enormes cantidades de gases contaminantes. Como ya se sabe esta situación ha ayudado a generar los cambios climáticos y de algún tiempo a esta parte se ha convertido en una de las grandes problemáticas de los gobiernos, las ONG's las comunidades y la opinión pública en general. Toda esta situación ha generado que en los últimos tiempos este creciendo de forma progresiva el interés de las principales economías del mundo en la producción y utilización de recursos energéticos renovables como lo es el alcohol carburante.

El biocombustible más importante a nivel mundial hoy, es el alcohol carburante (etanol etOH), el cual puede ser utilizado como oxigenante de la gasolina, elevando su contenido de O₂, lo que permite una mayor combustión de la misma disminuyendo las emisiones contaminantes de hidrocarburos no oxidados completamente

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Una de las grandes ventajas asociadas a los biocombustibles y una de las principales motivaciones tras su gran aceptación a nivel mundial, son sus supuestas reducidas emisiones de GEI y, por lo tanto, su potencial para ayudar a combatir el problema de cambio climático. El argumento básico es que dado que el cultivo de granos energéticos absorbe CO₂, las emisiones de CO₂ que se generan durante la combustión del

biocombustible no contribuyen con nuevas emisiones dado que éstas ya son parte del ciclo del carbono fijado.

Sin embargo, existe una variación considerable en el ahorro de GEI – desde cifras negativas hasta más de un 100 por ciento. Las estimaciones varían de acuerdo al tipo de cultivo energético, método de cultivo, tecnología de conversión, supuestos sobre la eficiencia energética y disparidades respecto de las reducciones asociadas con los productos derivados.

El bioetanol es el que muestra las variaciones más amplias. Un artículo recientemente publicado en el journal *Science*, en el cual se evalúan seis estudios sobre reducción de GEI a partir del uso de bioetanol de maíz, encontró resultados que van desde reducciones de 33 por ciento hasta incrementos de 20 por ciento, promediando una reducción de 13 por ciento en las emisiones de GEI en comparación con el petróleo. El estudio también argumenta que la reducción podría ser mejorada ya que los números no reflejan los incentivos disponibles para el control de las emisiones de GEI. Mientras que estimaciones para bioetanol en base a trigo apuntan a reducciones de entre un 19 y 47 por ciento, para el caso de bioetanol en base a remolacha, las reducciones estarían entre un 35 y 53 por ciento.

Las estimaciones para tecnologías más nuevas como el bioetanol lignocelulósico sólo están disponibles a partir de estudios de ingeniería, ya que existen muy pocas plantas a gran escala en el mundo y ninguna en Uruguay. Éstas normalmente sugieren reducciones entre 70 – 90 por ciento, pero pueden alcanzar reducciones de más de un 100 por ciento en comparación a la gasolina convencional.

La siguiente figura resume las estimaciones de reducciones de GEI para distintos tipos de biocombustibles:

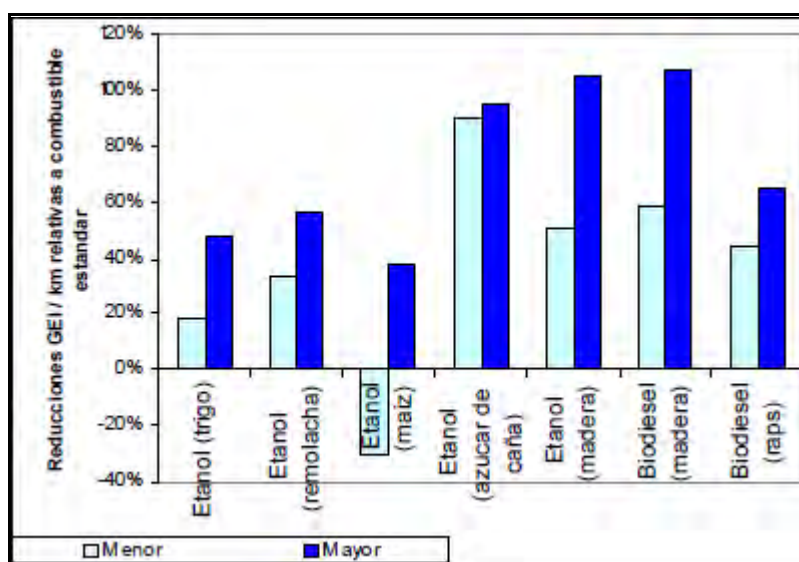


Figura 15: Estimaciones de reducciones de GEI para distintos tipos de biocombustibles
Fuente: En base a E4 Tech, et al 2005

La variación en los niveles de emisiones GEI para los distintos tipos y fuentes de biocombustibles dificultan la predicción del logro de las metas de reducción de GEI para los formuladores de políticas en países que utilizan distintas fuentes de biocombustibles. Esto destaca la necesidad de identificar aquellos biocombustibles con menores emisiones GEI y crear incentivos para su producción.

Al mismo tiempo se debe considerar que los biocombustibles no son una solución única al problema del calentamiento global, pero pueden formar una componente importante de un enfoque integrado para abordar el tema.

6 PROYECTOS DESARROLLADOS EN URUGUAY:

En el Uruguay los proyectos de investigación se enfocan principalmente a la búsqueda de materiales alternativos que sirvan de materias primas para la producción de biocombustibles, tanto oleaginosos como para la producción de etanol.

Las instituciones a cargo de la dirección de los proyectos de investigación en biocombustibles y fuentes de energía renovables son la Universidad de la Republica, por medio de las facultades de Agronomía, Química e Ingeniería y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).

La Universidad de la República coordina y lleva a cabo la tutoría de proyectos de tesis de grado y posgrados de profesionales relacionados a las diferentes áreas que se ven involucradas en el proceso de generación de biocombustibles y trabaja, en los casos que corresponde, en forma conjunta con el INIA, ALUR y el apoyo de empresas privadas que colaboran con el aporte de las instalaciones donde muchas veces se llevan a cabo los ensayos de los proyectos.

El INIA organiza sus proyectos de acuerdo a programas organizados por cadenas de valor o por áreas estratégicas. Los trabajos de investigación relacionados con agroenergías están dentro de los programas de Producción Forestal, de Cultivos de Secano, de Producción Hortícola y de Producción y Sustentabilidad Ambiental, con una coordinación general de todas las actividades conexas.

Se ha trabajado en proyectos de investigación sobre el uso de sorgo dulce y de boniato (camote o batata) para la producción de etanol. También se está evaluando la viabilidad de granos de cereales, en particular sorgo, con este fin. Paralelamente, se están realizando trabajos para evaluar la posibilidad del uso de plantaciones forestales con el objetivo de generar energía.

Existe un amplio abanico de residuos agroindustriales que con potencial uso como materias primas de biocombustibles lignocelulósicos, que se están evaluando en el proyecto BABETHANOL, en conjunto con PROCISUR y con financiación del FP7-EU.

La sustentabilidad de la producción de agroenergía juega un rol clave, y con este objetivo se está trabajando en un proyecto en conjunto con el USDA con financiación ECPA.

Las actividades desarrolladas no solo son coordinadas en la interna de INIA, sino que también con actores públicos y privados, académicos y empresariales, a nivel nacional e internacional.

7 CONCLUSIONES:

El sector de biocombustibles en el mundo está creciendo aceleradamente. Por tratarse las cuestiones energéticas y alimentarias de suma importancia para la población mundial, es necesario prestar gran atención a la rápida expansión del sector de biocombustibles, teniendo en cuenta no solo los beneficios, sino también las posibles consecuencias negativas de la expansión del sector.

Debido a las interrelaciones entre los sectores agropecuarios, energéticos y de alimentos y a que tanto los alimentos como los biocombustibles son bienes transables, las políticas económicas pueden tener consecuencias difíciles de predecir o no previstas y es necesaria cierta coordinación internacional para evitar que la mayor demanda de biocombustibles por parte de economías ricas tengan consecuencias negativas en sectores de bajos recursos de países pobres o que aumenten excesivamente la demanda de recursos naturales de estos países, teniendo consecuencias indirectas como la menor disponibilidad de agua, la tala de bosques naturales o el aumento de precios del ganado o de cultivos no energéticos.

También surgen dudas sobre la conveniencia de la aplicación de subsidios para la producción de biocombustibles en el caso de un país que exporte los mismos y utilice internamente combustibles fósiles.

Los biocombustibles representan oportunidades y desafíos para el desarrollo sustentable, tanto a nivel global como doméstico. Los biocombustibles ofrecen el potencial para ayudar a mitigar el problema del cambio climático y mejorar el empleo y los medios de vida rurales. También podrían ayudar a diversificar la matriz energética, mejorar la balanza comercial y mejorar la calidad del aire. Sin embargo, los biocombustibles no son una panacea y presentan diversas limitaciones y problemas. La producción de cultivos energéticos podría exacerbar numerosos problemas tradicionalmente asociados con la producción de commodities agrícolas.

Desde el punto de vista social, existen importantes preocupaciones acerca de los impactos que la producción masiva de biocombustibles podría tener sobre la seguridad alimentaria y las prácticas laborales. La existencia de estructuras con poder de mercado a nivel internacional apunta a la necesidad de asegurar una distribución justa de los costos y beneficios a lo largo de la cadena de producción y comercio.

La gran variedad de temas involucrados, la falta de conocimientos sobre cómo abordar muchos de ellos, junto a los distintos objetivos de política e intereses comerciales asociados con los biocombustibles, significan que el debate sobre su potencial real se está recién desarrollando y con visiones bastante polarizadas. Lo que sí es cierto, es que los beneficios asociados a los biocombustibles no son de ninguna forma automáticos.

También existe la necesidad de identificar las oportunidades asociadas y las formas de maximizarlas, a la vez que se identifican los diversos costos al desarrollo sustentable involucrados y cómo minimizarlos. Esto es esencial para que la industria de biocombustibles se pueda desarrollar en forma tal que no conlleve a un escenario en que

provea soluciones a un problema específico creando a su vez numerosos otros problemas.

Los beneficios y costos de los biocombustibles varían ampliamente, de acuerdo al tipo de cultivo energético, método de cultivo, tecnología de conversión y las condiciones naturales del país. Los cultivos energéticos difieren respecto de su eficiencia energética, sus impactos sobre las emisiones GEI y otros efectos ambientales, así como los impactos sobre la generación de empleo. Esto sugeriría que se debería tomar un enfoque en base a cada cultivo energético. El vasto rango de impactos sobre el desarrollo sustentable y los distintos objetivos de política asociados con los biocombustibles hacen necesario identificar aquellos cultivos energéticos que satisfacen un determinado objetivo de política con los menores impactos negativos sobre el desarrollo sustentable.

También se necesita información sobre los vínculos entre la producción de cultivos energéticos y la seguridad alimentaria, y de los impactos asociados a la gestión de la cadena de valor.

Tanto el girasol, la soja como la soja son commodities. Históricamente el área sembrada en el país tiene una relación clara con el precio. La disponibilidad de oleaginosas para la producción de biodiesel, estará entonces en competencia con la posibilidad de exportar directamente tanto los granos, como el sebo.

Actualmente la actividad agropecuaria está orientada a la producción de granos para la exportación. Los escenarios simulados muestran que el impacto en la actividad productiva, tanto como en el flujo de divisas, como en el valor agregado incremental, resultan muy sensibles a considerar un área incremental de actividad agropecuaria. Este incremento de área dependerá de los acuerdos contractuales de suministro de granos a la planta.

La comprensión de los impactos sobre el desarrollo sustentable se complica por el hecho que varias de las esperadas ganancias sobre el desarrollo asociadas a los biocombustibles dependerían de la posibilidad de que éstos puedan ser comercializados internacionalmente. Ello se debe a que los países más eficientes en la producción son o serán países en desarrollo, mientras que los principales consumidores internacionales son o serán los países industrializados. La competitividad de los países en desarrollo podría estar siendo menoscabada por las condiciones del comercio actuales y la amenaza de proteccionismo, lo cual conllevaría a ineficiencias y a resultados ambientales y sociales negativos

La diversidad de políticas de incentivo usadas en los países que hoy disponen de una industria de biocombustibles bien desarrollada, sugiere que alguna forma de intervención es necesaria para que la industria pueda despegar. Pero la existencia de una curva de aprendizaje sugiere que el nivel de intervención podría disminuir en el tiempo.

Finalmente, la falta de una clasificación única para los biocombustibles bajo el sistema de comercio multilateral actual, implica que no existe un foro específico para discutir sobre cómo avanzar en la liberalización comercial de los biocombustibles.

Luego, existe una larga lista de temas relativos al comercio de biocombustibles y al desarrollo sustentable que requiere ser abordada. Entre los más importantes se incluyen:

- Identificación de los impactos sobre el desarrollo sustentable del comercio de los biocombustibles en distintos países y tipos de cultivos energéticos.
- Identificación de las principales barreras tarifarias y no tarifarias a los biocombustibles y sus impactos asociados.
- Abordar el tema de las políticas de apoyo de forma que no menoscabe las oportunidades de los países en desarrollo; y analizando las ventajas y desventajas de los diversos instrumentos de política disponibles para la promoción de los biocombustibles en los siguientes términos:
 - Respecto a los biocombustibles dentro del sistema de comercio multilateral actual, identificar las reglas del comercio relevantes que aplican a los biocombustibles y cómo se pueden mejorar de manera de maximizar los impactos positivos sobre el desarrollo sustentable y minimizar los negativos.
 - Dadas las limitaciones del sistema de comercio, identificar y crear sinergias (o coordinación) con mecanismos paralelos de certificación que identifiquen a los biocombustibles que ofrecen los mayores beneficios para el desarrollo sustentable. Hoy existen diversas iniciativas en desarrollo para certificar la sustentabilidad de los biocombustibles. Es necesario asegurar que no constituyan barreras innecesarias al comercio. Dado que esas iniciativas no serán capaces de abordar todos los impactos sobre el desarrollo sustentable, será necesario desarrollar otras formas de acción coordinada.
 - Los impactos de las reformas de las políticas agrícolas, por ejemplo, de la Política Agrícola Común de la UE sobre azúcar y las políticas sobre los cultivos energéticos y de tierras en reserva también pueden tener impactos importantes sobre la producción y comercio de biocombustibles. Se deben analizar los impactos que éstas tienen sobre el desarrollo sustentable de los países en desarrollo.
 - Las estructuras con poder de mercado que prevalecen a nivel internacional podrían llevar a una distribución inequitativa de los costos y beneficios a lo largo de la cadena de producción y comercio
 - Se requiere con urgencia un análisis extensivo de los vínculos globales entre el comercio internacional de biocombustibles y la seguridad alimentaria.
 - Otro tema importante que requiere un análisis cuidadoso se refiere al impacto que la segunda generación de biocombustibles, como el bioetanol lignocelulósico, tendrá en el mercado. Si bien estas tecnologías aún no están disponibles comercialmente, se espera que lo estén dentro de los próximos 5 a 10 años. Se espera que la segunda generación de biocombustibles sean de gran impacto ya que presentan un balance energético mucho mejor que aquel de la generación actual y son de mayor eficiencia energética, y requerirían de menos tierra. Más aún, no compiten directamente con los cultivos para alimentos.

En un nivel más doméstico, también se requiere abordar numerosos temas. Entre los temas más urgentes están:

- Incentivos: las políticas de apoyo se pueden dar bajo la forma de incentivos de política y financieros tales como acceso al crédito y beneficios tributarios
- Economías de escala: los altos costos de producción implican que la existencia de economías de escala es crucial para la viabilidad de la industria. La necesidad de calzar los beneficios sociales y ambientales con el logro de economías de escala implica que se requieren iniciar acciones para organizar a los pequeños productores.
- Acceso a la tecnología: existen diferencias considerables entre aquellos países que ya exportan biocombustibles y aquellos que sólo están recién comenzando a producirlos. Existen diferencias tanto en el nivel de desarrollo de los países mismos como en el de sus industrias de biocombustibles. Asimismo, si bien las tecnologías para el bioetanol en base a caña de azúcar o para el biodiesel en base a oleaginosas tradicionales están bien maduras y disponibles, para otros tipos de cultivos energéticos, se encuentran menos desarrolladas. Lo mismo ocurrirá cuando la segunda generación de biocombustibles comience a producirse comercialmente. Por esto, la cooperación entre países podría ser beneficiosa y debe ser explorada, en donde otros países en desarrollo puedan aprender de la experiencia de países más adelantados en el proceso de los biocombustibles como lo es Brasil.

8 BIBLIOGRAFIA:

- Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel / IICA, Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles – San José, C.R.: IICA, 2010.
- Documento de Discusión Número 2 de Mercados Sustentables. 2006. Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas.
- Evaluación de la disponibilidad de residuos o subproductos de biomasa a nivel nacional. Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
- Ferrando, V. et al. Impacto Socio-Económico de Alur en Bella Unión.
- Fortalecimiento de la estrategia Nacional Energética 2030. Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
- Informe de Comisión de Biocarburantes sobre evaluación económica desde el punto de vista país caso biodiésel. MGAP-ANCAP-MVOTMA-MEF-OPP-MIEM, Setiembre 2005
- Informe de las Energías Renovables en Uruguay. 2011. Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
- Informe Dendroenergía en Uruguay, Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
Web: <http://www.miem.gub.uy/portal/hgxpp001?5,6,292,O,S,0,MNU;E;13;3;MNU;>
- Informe sobre Energías Renovables, Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
Web: <http://www.miem.gub.uy/portal/hgxpp001?5,6,292,O,S,0,MNU;E;13;3;MNU;>
- Informe sobre biomasa, Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
Web: <http://www.miem.gub.uy/portal/hgxpp001?5,6,292,O,S,0,MNU;E;13;3;MNU;>
- Informe sobre biocombustibles líquidos, Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
Web: <http://www.miem.gub.uy/portal/hgxpp001?5,6,292,O,S,0,MNU;E;13;3;MNU;>
- Informe Fortalecimiento de la estrategia Nacional Energética 2030 Dirección Nacional e Energía y Tecnología Nuclear, MIEM.
- Libro del Gabinete Productivo, Cadenas de Valor (I), Capítulo Energías Renovables, agosto 2008.

- Martino, D. 2003. Biodiesel: breve análisis de su factibilidad en Uruguay GRAS, INIA
- Preguntas y respuestas más frecuentes sobre biocombustibles / IICA. – San José, Costa Rica: IICA, 2007
- Siri Prieto, G. Cultivos energéticos para la producción de etanol en el Uruguay. Departamento de Producción Vegetal Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica Oriental del Uruguay.